BASES DE DONNEES NUMERIQUES SUR LES SOLS ET LE TERRAIN AU NIVEAU MONDIAL ET NATIONAL (SOTER)

Manuel de Procédures



ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE

BASES DE DONNEES NUMERIQUES SUR LES SOLS ET LE TERRAIN AU NIVEAU MONDIAL ET NATIONAL (SOTER)

Manuel de procédures



Programme des Nations Unies pour l'Environnement



Association Internationale de la Science du Sol



Centre International de Référence et d'Information Pédologique



Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Land and Water Development Division
Food and Agriculture Organization of the United Nations
1995

[Copyrights and disclaimer]

Préface

Basé sur un document de discussion "Pour un inventaire des ressources en sols du monde à l'échelle du 1:1 million" préparé par Sombroek (1984), l'Association Internationale de la Science du Sol (AISS) a convoqué une réunion de travail entre experts inter-nationaux sur les sols et les descriptions qui s'y rapportent en janvier 1986 à Wageningen, Hollande, pour débattre du problème de "la structure des bases de données concernant la carte mondiale digitalisée des ressources en sols" (ISSS, 1986b). Basée sur les conclusions et recommandations de cette réunion de travail, une proposition de projet a été rédigée sous le nom de SOTER: Base de données numériques sur les **SO**ls et le **TER**rain au niveau mondial à l'échelle du 1:1 million (ISSS, 1986b).

Un comité international restreint a été nommé pour proposer des critères concernant une légende "universelle" de carte qui conviendrait pour compiler des cartes sols-terrain à petite échelle et afin d'inclure des caractéristiques nécessaires concernant une large gamme d'interprétations telles que l'aptitude aux cultures, la dégradation des sols, la productivité forestière, la variabilité mondiale des sols, l'aptitude à l'irrigation, la zonation agro-écologique et le risque de sécheresse. Le comité a dressé une liste des caractéristiques. L'approche SOTER a reçu ensuite une approbation au Congrès de l'AISS à Hambourg, Allemagne, en 1986.

Une seconde réunion, sponsorisée par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) s'est tenue à Nairobi, Kenya, en mai 1987 pour discuter de l'application du SOTER dans la préparation de cartes d'évaluation de la dégradation des sols. Deux groupes de travail (développement de la légende et évaluation de la dégradation des sols) se sont tenus en même temps au cours de cette réunion. Le groupe de travail sur la légende avait pour objectif de développer des directives concernant une base de données numériques sur les sols et le terrain au niveau mondial à l'échelle du 1:1 million, de proposer des concepts généraux de légende, de préparer et d'attribuer une structure de fichiers et d'ébaucher un canevas sur un Manuel de procédures (ISSS, 1987).

Après la réunion de Nairobi, le PNUE a rédigé un document provisoire "Evaluation mondiale de la dégradation des sols" et a demandé à l'ISRIC de dresser, en collaboration étroite avec l'AISS, la FAO, le Winand Staring Centre et l'Institut international pour la prospection aérospaciale et les sciences de la terre (ITC), une carte mondiale sur l'état de la dégradation des sols induite par l'homme, à l'échelle du 1:10 millions et de l'accompagner par une première zone pilote à l'échelle du 1:1 million en Amérique du sud où l'état et le risque de dégradation seraient évalués aux dépens d'une base de données numériques sur les sols et le terrain telle qu'elle est envisagée par le projet SOTER. Dans ce contexte, l'ISRIC a sous-traité la préparation d'une première ébauche d'un Manuel de procédures concernant une zone d'étude pilote au 1:1 million pour le Centre de recherches sur les ressources en terres de l'Agriculture au Canada[1].

La première ébauche du Manuel de procédures (Shields et Coote, 1988) a été présentée à

[1] Actuellement: Centre for Land and Biological Resources Research.

la première réunion régionale de travail concernant la base de données numériques sur les sols et le terrain au niveau mondial et sur l'évaluation mondiale de la dégradation des sols, réunion tenue en mars 1988 à Montévidéo, Uruguay (ISSS, 1988). La méthodologie proposée fut ensuite testée dans une zone pilote couvrant une partie de l'Argentine, du Brésil et de l'Uruguay (LASOTER). L'équipe de prospection des sols des régions participant a récolté des données sur les sols et le terrain pour évaluer la possibilité de réaliser les procédures telles qu'elles sont proposées dans le Manuel ébauché. Au cours de deux réunions de corrélation et d'excursions sur le terrain, de légères modifications ont été suggérées, tandis que des modifications ultérieures furent recommandées à la réunion de travail qui a terminé la phase de la récolte des données. Les commentaires des deux réunions de travail furent inclus dans la version de janvier 1989 du Manuel de procédures (Shields et Coote, 1989).

L'application de la méthodologie SOTER dans une zone longeant la frontière entre les USA et le Canada (NASOTER) a révélé des imperfections complémentaires dans la deuxième version du Manuel. De même, le premier essai d'interprétation des données SOTER aussi bien que l'intégration des données caractéristiques dans un Système d'Information Géographique ont démontré la nécessité de modifications ultérieures.

Une troisième version révisée du Manuel a été établie par le bureau SOTER (ISRIC, 1990a) et a circulé pour commentaires auprès d'un large spectre de pédologues et d'utilisateurs potentiels de la base de données. Une réunion de travail sur les révisions concernant le Manuel de procédures a été convoquée à l'ISRIC à Wageningen, pour discuter des concepts et des définitions de la légende révisée (ISRIC, 1990b).

Basées sur les recommandations de cette réunion de travail, les modifications proposées furent ensuite élaborées avec comme résultat une version de la quatrième ébauche du Manuel de procé-dures (ISRIC, 1991). Ce Manuel est constitué de trois parties. La première concerne les caractéristiques de terrain et de sols. La deuxième partie traite de l'utilisation des terres d'une manière sommaire dans l'attente qu'une structure plus compréhensive pour la base de données sur l'utilisation des terres puisse devenir disponible en provenance d'autres organisations. Dans la troisième partie, des informations sur les fichiers concernés et les données climatiques nécessaires pour des applications SOTER sont décrites. Dans chaque section, définitions et descriptions des caractéristiques à encoder sont données, tandis que dans la première section une explication de l'approche cartographique est fournie.

A la différence des première et seconde versions du Manuel, les versions ultérieures n'élaborent pas de théories sur l'évaluation de la dégradation des sols mais sont considérées comme une interprétation de la base de données. Des directives concernant cette interprétation ou d'autres constituent le sujet de publications séparées. Des spécifications techniques (par exemple, des définitions de tableaux, des clés primaires, des contraintes de tableaux, etc.) et un manuel d'utilisation pour la base de données SOTER seront également publiés séparément.

Une seconde réunion de travail SOTER organisée par le PNUE a été convoquée en janvier 1992 à Nairobi. A cette réunion, la FAO a donné son appui total au programme SOTER et a indiqué qu'il avait été préparé pour utiliser la méthodologie SOTER de façon à emmagasiner et mettre à jour ses propres données sur les ressources mondiales en sols et en terrain. Pour faciliter l'utilisation des données SOTER par la FAO, il a été décidé de se servir de la légende révisée de la Carte mondiale des sols de la FAO-Unesco (FAO,

1990b) comme base pour caractériser les constituants des sols de la base de données SOTER.

Pour tenir compte de ces décisions, une cinquième version du Manuel a été préparée en 1992 avec la participation active de la FAO. La disposition de cette version est semblable à celle de la quatrième mais le Manuel est constitué maintenant de trois parties, la première concernant les sols et le terrain, la seconde, la couverture et l'utilisation des terres et la troisième, les bases de données dans lesquelles les informations, y comprises les données climatiques, sont accumulées.

Aucune révision ultérieure du Manuel n'est planifiée tant que plus d'expériences n'ont pas été acquises dans l'application de la méthodologie en accord avec les directives actuelles. Néanmoins, tout commentaire est bienvenu et doit être envoyé au directeur du projet SOTER[1].

Vincent van Engelen
Wen Ting-Tiang
Editeurs

[1]p/a Le Directeur, Centre International de Référence et d'Information Pédologique, B.P. 353, 6700 AJ Wageningen, Pays-Bas.

Remerciements

Le projet SOTER, à l'initiative de l'AISS, a été appuyé très efficacement par le groupe de travail DM de l'AISS sous la présidence de M.F. Baumgardner. Le projet a considérablement bénéficié de l'expérience d'une large gamme de pédologues et autres spécialistes en ressources naturelles provenant du monde entier. Nos remerciements spéciaux s'adressent aux personnes suivantes qui furent très actives dans l'élaboration de ce Manuel:

D.R. Coote
J.H.M. Pulles
J. Shields

La participation des personnes suivantes, au cours de différentes réunions de travail et dans des études de zones pilotes, est aussi chaleureusement appréciée:

C. Alvarez, D. Arnold, A. Ayoub, N.H. Batjes, M.F. Baumgardner, P. Brabant, R. Brinkman, P.A. Burrough, T. Calhoun, A. Califra, C. Clerici, T.T. Cochrane, R.M. Di Giacomo, E. Di Landro, P.J. Fasolo, N. Fernandez, I.P. Garbouchev, R. Godagnone, M. Ilaiwi, E. Klamt, J. Lamp, K.B. MacDonald, J.H. Molfino, F.N. Muchena, F. Nachtergaele, L.R. Oldeman, J. Olmos, W.L. Peters, C. Petraglia, R. Pötter, M.F. Purnell, W. Reybold, J.C. Salazar, C. Scoppa, J.L. Seghal, D. Sims, W.G. Sombroek, R.F. van de Weg, G. Varallyay, D. Yost, J.A. Zinck.

Table des matières

Page

Liste des figures

Liste des tableaux

1ÈRE PARTIE

SOLS ET TERRAIN

Chapitre 1

Introduction générale

OBJET

L'objet du projet SOTER est d'utiliser une technologie d'informations actuelles et à venir afin d'établir une base de données sur les sols et le terrain au niveau mondial, contenant des unités cartographiques numérisées et les données de leurs attributs (ISSS, 1986b). La principale fonction de cette base de données est de procurer les données nécessaires pour améliorer la cartographie et le suivi des changements dans les ressources en sols et en terrain au niveau mondial.

Elle est composée de plusieurs séries de fichiers pour être utilisés dans le Système de Gestion Relationnel de la Base de Données (SGRBD) et dans le Système d'Information Géographique (SIG). Elle est capable de fournir des informations précises, utiles et opportunes à une large gamme de scientifiques, de planificateurs, de preneurs de décision et d'hommes politiques.

BASE DE DONNÉES CENTRALE

Dans les phases initiales du projet SOTER, aucun plan concret n'avait été formulé pour la création matérielle de la base de données centralisée. Par la suite, une base de données séparée fut établie pour chaque zone pour laquelle un inventaire en ressources des terres fut entrepris suivant la méthodologie SOTER. L'approche commune doit cependant garantir la possibilité de fusionner les bases de données individuelles en une base de données mondiale si cela devient possible et dès que ce sera possible. Au travers de ses activités de base, SOTER a également l'intention de contribuer à la création de bases de données sur les sols et le terrain au niveau national et régional, établies sur les mêmes principes et procédures acceptables par tous, de façon à faciliter dans le futur l'échange d'informations sur les ressources en terres et leur incorporation définitive dans une base de données mondiale.

CARACTÉRISTIQUES

La base de données a les caractéristiques suivantes:

elle est structurée pour former un réseau compréhensif permettant de stocker et de récupérer des données uniformes sur les sols et le terrain qui peuvent être utilisées dans une large gamme d'applications à différentes échelles;

elle contiendra suffisamment de données pour permettre d'extraire des informations à une résolution au 1:1 million à la fois sous forme de cartes et de tableaux;

elle sera compatible avec des bases de données mondiales concernant d'autre ressources environnementales;

elle pourra mettre à jour et éliminer périodiquement des données obsolètes et/ou non pertinentes; et

elle sera accessible à une large gamme de spécialistes internationaux, régionaux et nationaux en environnement par l'intermédiaire d'une stock de cartes en ressources standardisées, de cartes interprétatives et d'informations sous forme de tableaux, documents essentiels au développement, à la gestion et à la conservation des ressources environnementales.

PROCÉDURES

La base de données s'appuie sur un Manuel de Procédures qui traduit tous les objectifs SOTER en un ensemble exploitable de dispositions permettant la sélection, la standardisation, l'encodage et le stockage des données sur les sols et le terrain.

SOTER exige que les sols provenant de tous les coins du monde soient caractérisés par un seul ensemble de règles. Comme la Carte Mondiale des Sols FAO-Unesco (1974-1981) a été désignée dans ce but, SOTER a adopté la légende récemment révisée (FAO, 1990b) comme outil principal pour différencier et caractériser ses composants de sols. Comme il n'y a pas de système universellement accepté pour une classification de dimension mondiale du terrain, SOTER a créé son propre système présenté au chapitre 6 de ce Manuel basé partiellement sur un travail antérieur de la FAO.

L'entrée des données sur les sols et le terrain dans la base de données SOTER dépend de la disponibilité d'informations suffisamment détaillées. Bien que l'accumulation d'informations complémentaires puisse être nécessaire lorsqu'on prépare des données existantes pour être reçues par la base de données, l'approche SOTER n'a pas pour but de remplacer les prospections de sols traditionnelles. Ce Manuel ne peut désormais être utilisé comme directive pour des procédures de prospections de sols ou pour toute autre méthodologie destinée à collecter des données de terrain. Il ne présente pas non plus une méthodologie destinée à interpréter des données de télédétection. Quelques ouvrages sur ces techniques sont disponibles et des détails sur la méthodologie concernant la prospection des ressources en terres y sont inclus.

Chapitre 2

Approche cartographique et construction de la base de données

Dans le contexte des objectifs généraux du SOTER, tels qu'ils sont définis dans le chapitre 1, les sujets suivants seront traités en détail:

- la procédure visant à délimiter les zones formant un ensemble homogène de caractéristiques sur les sols et le terrain;
- la construction d'une base de données de qualité en relation avec les unités cartographiques et basée sur des critères différentiels bien définis;
- le développement de la méthodologie qui devrait être transférable et utilisable dans les pays en voie de développement pour une exploitation d'une base de données nationale à la même échelle ou à une échelle plus grande (transfert de technologie).

APPROCHE CARTOGRAPHIQUE SOTER

La méthodologie cartographique des caractéristiques des terres exposée dans ce Manuel est issue de l'idée que les terres (dans lesquelles terrain et sols se présentent) comprennent les processus et le système d'interrelations entre les phénomènes physiques, biologiques et sociaux évoluant en fonction du temps. Cette idée s'est d'abord développée en Russie et en Allemagne (science des paysages) et s'est graduellement répandue à travers le monde. Un concept intégré similaire des terres fut utilisé dans l'approche développée en Australie par Christian et Stewart (1953) et fut ensuite développé par Cochrane et al.(1981, 1985), McDonald *et al*. (1990) et Gunn *et al*. (1990). SOTER a continué le développement en voyant les terres comme étant faites d'entités naturelles consistant en combinaison d'individualités terrain et sols.

A la base de la méthodologie SOTER se situe l'identification de zones de terres avec un type de forme de relief distinct, souvent répétitif, ainsi qu'avec la lithologie, la forme en surface, la pente, le matériau originel et le sol. Des étendues de terres distinguées de cette manière sont appelées unités SOTER. Chacune d'elles représente donc une combinaison unique de caractéristiques de terrain et de sols. La figure 1 représente une unité SOTER dans la base de données et fournit un exemple de carte SOTER avec des polygones cartographiés à différents niveaux de différenciation.

L'approche cartographique SOTER ressemble sous de nombreux aspects à une cartographie physiographique de sols. Sa principale différence est que SOTER apporte une

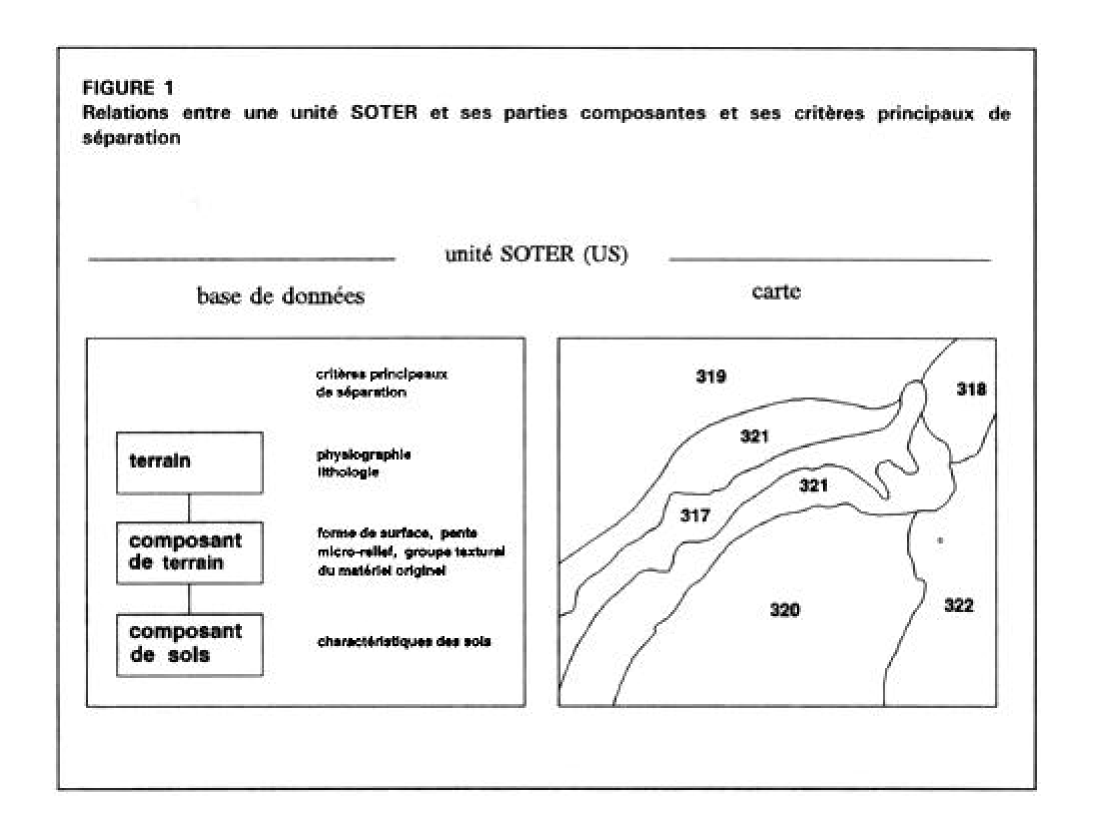


FIGURE 1
Relations entre une unité SOTER et ses parties composantes et ses critères principaux de séparation

Exemple (voir figure 1)

La carte montrée en figure 1 peut avoir la légende suivante:

unité SOTER	*description*
317	un type de terrain avec un composant de terrain et un composant de sols
318	un type de terrain, comportant une association de deux composants de terrain chacun ayant un composant de sols spécifique
319	un type de terrain, comportant une association de deux composants de terrain, le premier ayant un seul composant de sols et le second ayant une association de deux composants de sols
320	un type de terrain, comportant une association de trois composants de terrain, le premier ayant un seul composant de sols, le second ayant une association de trois composants de sols et le tiers ayant un seul composant de sols
321	un type de terrain avec un composant de terrain ayant une association de deux composants de sols (se présente comme deux polygones)
322	un type de terrain, comportant une association de deux composants de terrain chacun ayant un seul composant de sols

accentuation plus importante à la relation terrain-sols que ce qu'une cartographie de sols traditionnelle procure habituellement. Ceci est particulièrement vrai à des échelles cartographiques plus petites. En même temps, SOTER s'attache à des formats d'entrées de données rigoureux nécessaires pour établir une base universelle de données sur le terrain et les sols. Comme conséquence de cette approche, les données acceptées par la base de données peuvent être standardisées et avoir un degré hautement réalisable de fiabilité.

La méthodologie présente dans ce Manuel a été développée pour être appliquée à une échelle du 1:1 million et a été testée avec succès dans des zones pilotes en Amérique du nord et du sud.

Néanmoins, la méthodologie a également pour but l'utilisation à des échelles plus grandes en relation avec des bases de données nationales sur les sols et le terrain. Un premier test d'une telle base de données détaillée a été réalisé dans l'Etat de Sâo Paulo au Brésil à l'échelle du 1:100.000 (Oliviera et van den Berg, 1992). La méthodologie SOTER s'est elle-même également prêtée à la production de cartes et de tableaux associés à des échelles plus grandes que le 1:1 million.

Les attributs de terrain, de sols et autres unités telles qu'elles sont employées par SOTER, sont structurées d'une façon hiérarchique pour faciliter l'utilisation des procédures à des échelles autres que l'échelle de référence du 1:1 million.

MATÉRIAU D'ORIGINE DU SOTER

Les sources de base des données pour l'élaboration des unités SOTER sont les cartes topographiques, géomorphologiques, géologiques et pédologiques à l'échelle du 1:1 million ou plus grandes (principalement cartes d'exploration et de reconnaissance). En principe, toutes les cartes de sols accompagnées de données analytiques suffisantes pour caractériser les sols suivant la légende révisée de la Carte Mondiale des Sols FAO-Unesco (FAO, 1990b) peuvent être utilisées suivant l'approche SOTER. Cependant, il existe rarement une carte accompagnée d'un rapport contenant toutes les données requises sur les sols et le terrain. Des cartes de sols et de terrain à échelle plus grande (semi-détaillées et détaillées) ne sont appropriées que si elles couvrent des zones suffisamment grandes. En pratique, de telles informations seront surtout utilisées comme support de matériau d'origine à des échelles plus petites.

Comme les feuilles de cartes SOTER couvrent de grandes zones, elles incluent souvent plus d'une région et la corrélation entre unités de sols et de terrain peut être nécessaire. Là où aucune carte ayant suffisamment de détails n'existe pour une certaine zone à l'étude, ou là où il y a des lacunes dans les données disponibles, il peut encore être possible de retirer des informations provenant de cartes à petite échelle (par exemple, la Carte Mondiale des sols FAO-Unesco à l'échelle du 1:5 millions ou des cartes nationales semblables), pour autant que certains travaux de terrain complémentaires aient été réalisés notamment en conjonction avec l'utilisation d'images satellites. Désormais, il sera nécessaire d'avoir des contrôles de terrain complémentaires, parfois apportés par l'interprétation d'images satellites et de travaux analytiques supplémentaires pour compléter les informations existantes sur les sols et le terrain. Cependant, cela peut être réalisé dans le contexte de prospections existantes complémentaires mises à jour et corrélées. On doit souligner que SOTER exclue spécifiquement d'entreprendre, dans son programme, de nouvelles prospections concernant les ressources en terres.

Là où il est nécessaire d'inclure une zone dans la base de données SOTER pour laquelle des informations insuffisantes sont réellement disponibles, il est recommandé qu'une prospection soit réalisée suivant les normes de prospection pédologique nationale, en s'assurant en même temps que tous les paramètres sont exigés par la base de données SOTER mais qu'une partie des données a déjà été rassemblée. Cela peut ralentir la conversion ultérieure du format des données nationales dans le format des données SOTER.

SOTER utilise les chartes de navigation opérationnelles au 1:1 million et sa version numérique, la charte numérique mondiale (DMA, 1992) pour ses cartes de base. Bien qu'elle vise à une couverture mondiale, l'approche SOTER n'envisage pas un programme systématique de cartographie et cependant elle n'impose pas une dimension de bloc standard à incorporer dans la base de données. Néanmoins, SOTER recommande qu'à sa référence à l'échelle du 1:1 million, un bloc puisse couvrir une zone substantielle (par exemple, 100.000 km^2).

DONNÉES ASSOCIÉES ET DIVERSES

SOTER est une base de données sur les ressources en terres. Pour la plupart de ses applications, les données SOTER ne peuvent être utilisées que concurremment avec des données d'autres caractéristiques en relation avec les terres mais SOTER ne prétend pas être capable de fournir toutes ces données. Néanmoins, pour obtenir une large caractérisation des étendues de terres exprimée par ces caractéristiques complémentaires, la base de données SOTER doit inclure des fichiers sur le climat, la végétation et l'utilisation des terres. Le premier fichier est sous forme de données ponctuelles qui peuvent être reliées aux unités SOTER au moyen du logiciel SIG. Les informations concernant la végétation et l'utilisation des terres sont, d'autre part, fournies au niveau des unités SOTER. Cependant, on doit insister sur le fait que les applications spécifiques, les informations sur ces caractéristiques doivent être obtenues au départ de bases de données spécialisées telles qu'une base de données climatiques. Cela s'applique également aux données sur les ressources naturelles (par exemple l'hydrologie de la nappe phréatique) et aux données socio-économiques (par exemple les systèmes culturaux) qui ne font pas partie de la base de données SOTER.

Les données diverses se rapportent aux informations de base qui ne sont pas directement associées aux ressources en terres. SOTER accumule des informations sur le matériau d'origine des cartes, les méthodes de laboratoire et les bases de données sur les sols dont les informations sur les profils ont été extraites.

Chapitre 3

Critères de différenciation SOTER

Les principaux critères de différenciation sont appliqués étape par étape, chaque étape conduisant à une identification plus précise de la zone des terres considérée. De cette façon, une unité SOTER peut être définie progressivement en terrain, composant de terrain et composant de sols. Une zone peut donc être progressivement caractérisée par son terrain, ses composants constituant le terrain et ses composants de sols.

Le niveau de segmentation de chaque étape dans l'analyse des terres dépend du niveau de détail ou de résolution exigé et de l'information disponible. L'échelle de référence de SOTER étant de 1:1 million, ce Manuel fournit les détails nécessaires pour procurer une carte à cette échelle.

TERRAIN

Physiographie

La physiographie est le premier critère de différenciation à utiliser dans la caractérisation des unités SOTER. Le terme physiographie est utilisé, dans ce texte, dans le sens de description des formes de relief à la surface de la terre. Elle peut être le mieux décrite en identifiant et en quantifiant le mieux possible les formes principales de relief, basées sur le gradient dominant de leurs pentes et de l'intensité de leur relief (voir chapitre 6). En associant l'hypsométrie (altitude absolue au dessus du niveau de la mer) et un facteur caractérisant le degré de dissection, une large subdivision d'une zone peut être faite et délimitée sur la carte (voir figure 2) rapportée comme forme de relief principal de premier et second niveaux dans le tableau 2 du chapitre 6. De cette façon, trois formes principales de relief peuvent être distinguées sur la figure 2.

Matériau originel

Les zones correspondant aux formes principales ou régionales de relief peuvent être subdivisées suivant la lithologie ou le matériau originel (voir chapitre 6). Cela mènera à une définition ultérieure des unités physiographiques par le second critère de différenciation: la lithologie. Le résultat est montré à la figure 6.

Le terrain, dans le contexte SOTER, est par conséquent défini comme une combinaison particulière de forme du relief et de lithologie qui caractérise une zone. Il possède également une ou plusieurs combinaisons typiques de forme de surface, de micro-relief, d'aspect du matériau originel et du sol. Ces combinaisons sont causes d'une subdivision ultérieure du terrain en composants de terrain et composants de sols.

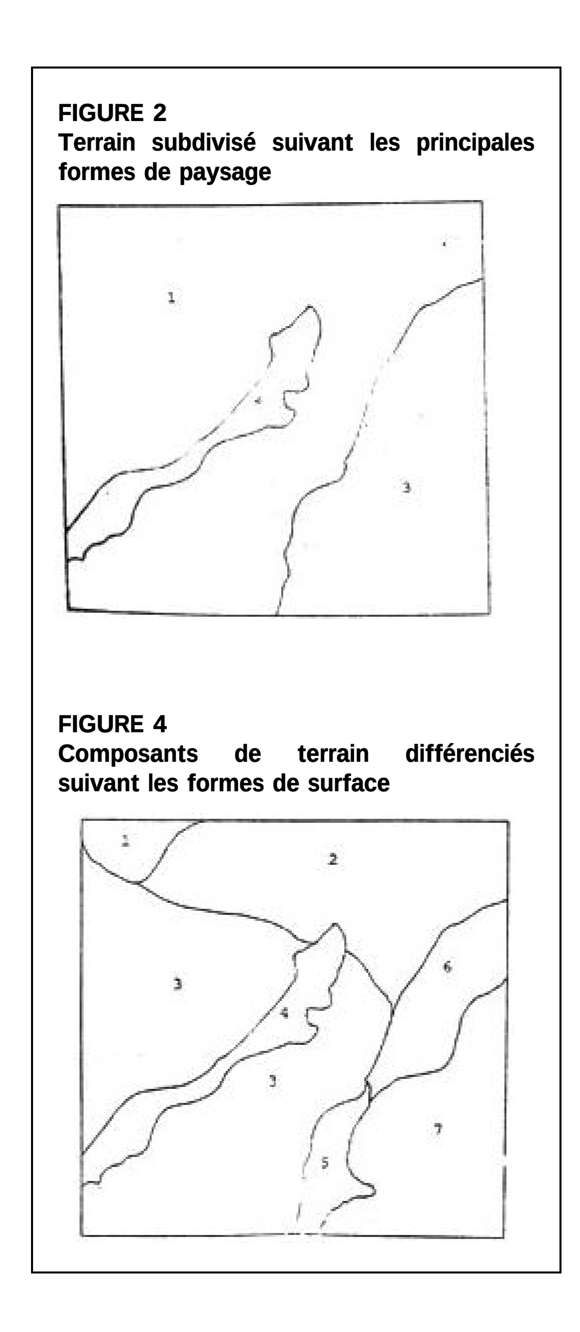


FIGURE 2
Terrain subdivisé suivant les principales formes de paysage

FIGURE 4
Composants de terrain différenciés suivant les formes de surface

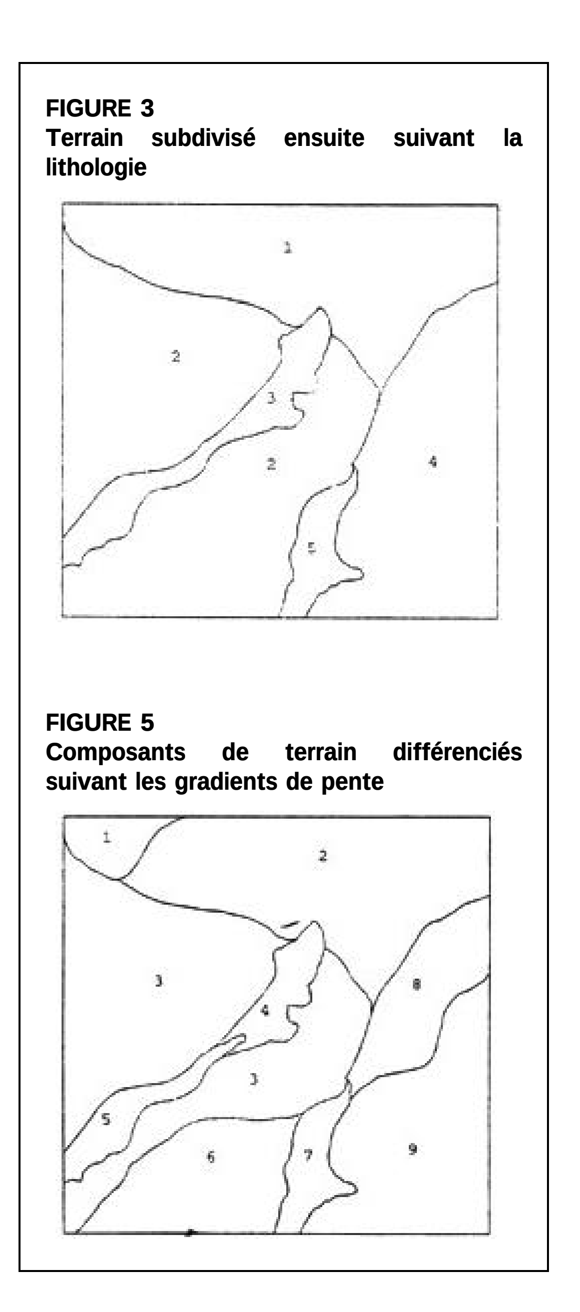


FIGURE 3
Terrain subdivisé ensuite suivant la lithologie

FIGURE 5
Composants de terrain différenciés suivant les gradients de pente

Il n'y a pas de limite au nombre de subdivisions qui peuvent être appliquées au terrain (et aux composants de terrain). Cependant, on peut s'attendre à ce que dans la plupart des cas un maximum de 3 ou 4 composants de terrain et 3 composants de sols soient suffisants pour décrire correctement le terrain.

COMPOSANTS DE TERRAIN

Forme en surface, pente, etc.

La deuxième étape dans la subdivision et l'identification des zones, à l'intérieur de chaque terrain, avec un modèle particulier de forme en surface, de pente, de méso-relief et, dans

les zones couvertes par un matériau non consolidé, de texture du matériau originel. Ceci donne comme résultat un morcellement du terrain en composants de terrain comme le montrent les figures 4 et 5.

On doit noter qu'à ce niveau de séparation il n'est pas toujours possible, à l'échelle du 1:1 million, de cartographier individuellement les composants de terrain à cause de la complexité de leur présence. Dans de tels cas, les informations relatives aux composants de terrain non cartographiables sont accumulés uniquement dans la base de données des attributs et ne sont pas entrées dans la base de données géométrique.

COMPOSANTS DE SOLS

L'étape finale dans la différenciation du terrain est l'identification des composants de sols à l'intérieur des composants de terrain. Comme pour les composants de terrain, les composants de sols peuvent être cartographiables ou non à l'échelle considérée. Dans le cas de composants de sols cartographiables, chaque composant de sols représente un seul sol dans l'unité SOTER (voir figure 6). Cependant, à l'échelle du 1:1 million, il est souvent difficile de séparer spécialement les sols et un composant de terrain comporte probablement un certain nombre de composants de sols non cartographiables. En cartographie pédologique traditionnelle, un tel groupement est connu sous le nom d'association de sols ou de complexe de sols (deux ou plusieurs sols qui à l'échelle de la carte ne peuvent être séparés). Les composants de terrain non cartographiables (dont il doit y en avoir au moins 2 dans une unité SOTER) sont par définition associés à des composants de sols non cartographiables. Néanmoins, dans la base de données des attributs, chaque composant de terrain non cartographiable peut être relié à un ou plusieurs composants spécifiques de sols (mais non cartographiables). Les composants de sols non cartographiables, comme dans le cas des composants de terrain non cartographiables, ne figurent pas dans la base de données géométrique.

FIGURE 6
Unités SOTER après différenciation des sols

Différences en classification

Puisque les composants de sols SOTER sont caractérisés suivant la légende révisée de la Carte Mondiale des Sols FAO-Unesco, les critères utilisés pour séparer les composants de sols de chaque composant de terrain sont basés sur les horizons et les propriétés diagnostiques de la FAO. A l'échelle de référence SOTER au 1:1 million, les sols doivent, en général, être caractérisés au 3ème niveau (c'est-à-dire la sous-unité) suivant les directives fournies à cet effet dans l'annexe de la légende révisée (FAO, 1990b).

En ce qui concerne les sols classifiés suivant la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975, 1990, 1992), le niveau de la sous-unité de la FAO correspond approximativement au niveau du sous-groupe. Comme de nombreux horizons et propriétés diagnostiques

utilisés

par la Soil Taxonomy sont semblables à ceux employés par la FAO, il n'y a généralement pas beaucoup de problèmes à ce niveau de classification pour traduire les unités de la Soil Taxonomy en unités FAO. La différence principale entre les deux systèmes est l'utilisation dans la Soil Taxonomy des régimes de température et d'humidité du sol, particulièrement au niveau du sous-ordre. Bien que ces caractéristiques ne se distinguent pas dans la classification FAO et que SOTER soit fondamentalement une base de données sur les ressources en sols, elle tend à tenir compte des données climatiques (comprenant celles qui concernent le climat du sol) qui sont séparées des données sur les terres et les sols. Une transformation plus drastique sera nécessaire en ce qui concerne les unités de la Soil Taxonomy qui sont définies en fonction des régimes de température et d'humidité du sol. Néanmoins, l'expérience a montré que, même dans ces cas, la conversion des grands groupes de la Soil Taxonomy en sous-unités de la FAO ne nécessite généralement pas d'adaptations importantes en ce qui concerne les limites des unités cartographiques de sols.

Différences dans l'utilisation

En plus des horizons et des propriétés diagnostiques, les composants des sols peuvent également être séparés suivant d'autres facteurs, intimement liés aux sols, qui ont une influence potentiellement restrictive sur l'utilisation des terres ou peuvent affecter leur dégradation. Ces critères, dont certains d'entre eux sont catalogués comme phase par la FAO, peuvent comprendre à la fois des facteurs de sols (subsurface) et de terrain (surface, comme le micro-relief).

Profils de sols

Pour chaque composant de sols au moins un, mais de préférence plusieurs, profils de référence amplement décrits et analysés doivent être disponibles au départ des sources d'informations existantes sur les sols. Suivant une sélection judicieuse, un de ces profils de référence sera désigné comme profil représentatif concernant le composant de sols. Les données provenant de ce profil représentatif doivent être entrées dans la base de données SOTER en concordance avec le format tel qu'il est indiqué dans la section profil et données sur les horizons décrite au chapitre 6 de ce Manuel. Ce format est largement basé sur les Directives pour la description des profils de sol de la FAO (FAO, 1990), ce qui signifie que les profils décrits suivant la FAO ou suivant le Soil Survey Manual (Soil Survey Staff, 1951) dont la FAO a repris bon nombre de ses critères, peuvent être entrés en reformatant légèrement ou en ne reformatant pas si c'est nécessaire. La compatibilité entre la base de données sur les sols de la FAO-ISRIC et les parties qui se rapportent à la base de données SOTER facilitera également le transfert de données déjà enregistrées dans les bases de données établies suivant les standard FAO-ISRIC.

Horizons

Il est recommandé que pour SOTER le nombre d'horizons par profil soit restreint à un maximum de 5 horizons sous-jacents, atteignant une profondeur d'au moins 150 cm sauf si le sol est plus superficiel. A l'exception des informations générales sur le profil, y compris la position du paysage et le drainage, chaque horizon doit être amplement caractérisé dans la base de données par deux groupes d'attributs basés sur les propriétés chimiques et physiques. Le premier groupe consiste en données de valeurs particulières

qui correspondent au profil représentatif. Le second groupe contient les valeurs maximales et minimales de chaque attribut numérique provenant de tous les profils de référence disponibles. S'il n'y a qu'un seul profil de référence pour un composant de sols, il n'est évidemment pas possible de compléter les tableaux complémentaires.

Données optionnelles et indispensables

Les deux groupes de données sur les horizons concernent les données indispensables et optionnelles. Lorsque des données indispensables manquent, la base de données SOTER acceptera les estimations autorisées pour de telles valeurs. Elles seront transmises telles qu'elles dans la base de données. Les données optionnelles ne seront introduites que si les informations les concernant sont dignes de confiance. Pour le profil représentatif, elles doivent être des données mesurées.

Comme pour les composants de terrain, on indique le pourcentage de couverture du composant de sols à l'intérieur du composant de terrain. La position relative et la relation des composants de sols vis-à-vis de chacun des autres composants à l'intérieur du composant de terrain sont également enregistrées dans la base de données.

CARTOGRAPHIABILITÉ DES UNITÉS SOTER

Unités SOTER dans la base de données et sur la carte

A l'échelle de référence du 1:1 million, une unité SOTER est composée d'une seule combinaison et d'un seul modèle de terrain, de composant de terrain et de composant de sols. Une unité SOTER est désignée par un code d'identification d'unité SOTER qui permet sa restitution au départ de la base de données de toutes données de terrain, de composant de terrain et de composant de sols, soit en combinaison soit séparément. L'inclusion des trois niveaux de différenciation des attributs dans la base de données n'implique pas que tous les composants d'une unité SOTER puissent être représentés sur une carte, car les dimensions des composants individuels ou la complexité de leur présence peut empêcher leur représentation cartographique. Les zones représentées sur une carte SOTER peuvent donc correspondre à l'un quelconque des trois niveaux de différenciation d'une unité SOTER: terrain, composants de terrain ou composants de sols. Les composants non cartographiés sont reconnus comme existants et leurs caractéristiques sont incluses dans la base de données, bien que leur localisation exacte et leur extension ne puissent figurer sur une carte au 1:1 million.

Différences

Dans une situation idéale, au moins à partir du point de vue référence géographique des données, une unité SOTER sur une carte doit être semblable à un composant de sols dans la base de données, c'est-à-dire que le composant de sols d'une unité SOTER doit être délimité sur une carte. Cependant, à l'échelle de référence SOTER du 1:1 million, il est peu vraisemblable que de nombreuses unités SOTER puissent être distinguées sur une carte au niveau des composants de sols. Ce ne serait possible que si le paysage est relativement homogène. Une situation plus courante à cette échelle consisterait, pour une unité SOTER, en un terrain avec composants de terrain non cartographiables liés à un assemblage de composants de sols non cartographiables (une association de composants de terrain) ou avec l'alternative d'une unité SOTER constituée de composants de terrain

cartographiables contenant plusieurs composants de sols non cartographiables (situation semblable à une association de sols sur une carte pédologique traditionnelle).

Par conséquent, tandis que dans une base de données sur les attributs, une unité SOTER peut contenir des informations à tous les niveaux de différenciation, une carte SOTER peut révéler des unités dont le contenu varie suivant la cartographiabilité des composants des unités SOTER. Le désavantage de ne pouvoir localiser exactement les composants de terrain et/ou les composants de sols n'est par conséquent pertinent que lorsque les données sur les terrains complexes ont été présentés dans le format de la carte. Cela n'affecte pas la possibilité de la base de données SOTER de produire des informations complètes concernant les tableaux sur les caractéristiques du terrain, des composants de terrain et des composants de sols, indiquant en même temps la relation spatiale entre et à l'intérieur des niveaux de différenciation.

APPROCHE SOTER À D'AUTRES ÉCHELLES

Echelles plus petites

La méthodologie présentée dans ce Manuel a été élaborée pour être appliquée à l'échelle du 1:1 million, échelle la plus petite encore appropriée pour évaluer et contrôler les ressources en terres au niveau national. Cependant, comme base de données universelle sur le terrain et sur les sols, SOTER est également adapté pour fournir les informations nécessaires à la compilation de cartes continentales et mondiales en ressources en terres à échelle plus petite ainsi que de tableaux de données qui leur sont associés. La méthodologie a été testée par la FAO pour la compilation d'une base physiographique destinée à une future mise à jour de la Carte Mondiale des Sols (Eschweiler, 1993; Wen, 1993).

Il faut faire preuve de souplesse pour pourvoir une large fourchette d'échelles; ceci est réalisé en adoptant une structure hiérarchique concernant les attributs variés principaux en particulier ceux qui sont utilisés comme critères de différenciation (forme de relief, lithologie, forme en surface, etc.). Des exemples de telles hiérarchies sont donnés dans ce Manuel pour l'utilisation des terres et de la végétation (voir chapitre 7). Différents niveaux de cette hiérarchie peuvent s'adapter à des échelles particulières. Une hiérarchie concernant le composant de sols peut tirer son origine de la légende de la Carte Mondiale des Sols FAO-Unesco, avec le niveau de groupements de sols rapporté à des cartes dont l'échelle est excessivement petite. Un exemple est donné par la carte mondiale des ressources en sols au 1:25 millions (FAO, 1993). Des unités de sols (second niveau) peuvent être utilisées pour les cartes mondiales d'inventaires en sols au 1:5 millions, alors que des sous-unités conviendront mieux pour des cartes au 1:1 million. La densité, par surface unitaire, de points d'observation peut varier suivant l'échelle employée en utilisant des échelles plus grandes nécessitant un réseau de base de profils représentatifs plus compact, lorsque les sols sont caractérisés plus en détail.

Une simplification de la base de données peut être appliquée à des échelles nettement plus petites que l'échelle de référence au 1:1 million, mais uniquement seules les données physiques et chimiques les plus élémentaires sont pertinentes si l'échelle est inférieure au 1:10 millions. Il est donc nécessaire de se rendre compte que la base de données SOTER discutée dans ce Manuel est uniquement faite pour une échelle au 1:1 million et que l'augmentation ou la réduction des ensembles de données sera indispensable lorsque la

résolution de la base de données SOTER changera.

Echelles plus grandes

Quant à une méthode systématique et très bien organisée de cartographie et d'enregistrement de données de terrain et de sols, la méthodologie SOTER peut facilement être développée de façon à inclure des inventaires au niveau de la reconnaissance c'est-à-dire à une échelle comprise entre le 1:1 million et le 1:100.000 (par exemple Oliveira et van den Berg, 1992).

Des adaptations au contenu des ensembles de données d'attributs sont nécessaires si les cartes SOTER, à des échelles autres que le 1:1 million, sont à compléter. Si la résolution augmente, les constituants de niveau le plus élevé d'une unité SOTER, c'est-à-dire le terrain, perdront graduellement de l'importance et peuvent même disparaître entièrement à une échelle du 1:100.000. Cela parce que, en termes absolus, la zone à cartographier est devenue plus petite et le terrain seul ne peut pas continuer à offrir un pouvoir suffisant de différenciation. Réciproquement, le niveau inférieur de l'unité SOTER va gagner en importance avec une cartographie plus détaillée. A de grandes échelles, les unités SOTER deviendront donc des délimitations d'entités de sols accompagnées d'informations sur le terrain s'incorporant dans les caractéristiques des sols. A ce moment les agrandissements d'échelle nécessitent des informations plus détaillées sur les sols pour des applications plus pratiques. Des attributs complémentaires qui doivent être inclus concernent la teneur en oligo-éléments, la composition de la fraction organique, des informations détaillées sur la pente, etc.

Chapitre 4

Structures de la base de données SOTER

Dans chaque discipline engagée en cartographie de phénomènes spatiaux, on doit distinguer deux types de données:

- ☐ des données géométriques, c'est-à-dire la localisation et l'extension d'un objet représenté par un point, une ligne ou une surface et la topologie (formes, voisinages et hiérarchie des délimitations),

- ☐ des données sur les attributs, c'est-à-dire les caractéristiques de l'objet.

Ces deux types de données sont présentes dans la base de données SOTER. Les informations sur les sols et le terrain consistent en un composant géométrique qui indique la localisation et la topographie des unités SOTER et en une partie des attributs qui décrit les particularités non spatiales de l'unité SOTER. La géométrie est accumulée dans cette partie de la base de données qui est manipulée par le logiciel du Système d'Information Géographique (SIG) tandis que les données des attributs sont accumulées dans un ensemble séparé de fichiers d'attributs manipulé par le Système de Gestion Relationnel de la Base de Données (SGRBD). Un label unique fixé à la fois sur la base de données géométrique et sur la base de données des attributs connecte ces deux types d'informations pour chaque unité SOTER (voir la figure 7 dans laquelle une partie de la carte a été visualisée dans un diagramme).

Le système global (SIG plus SGRBD) accumule et manipule à la fois la base de données géométrique et la base de données des attributs. Ce Manuel ne se limite par lui-même qu'à la partie des attributs de la base de données, en particulier en élaborant sa structure et en fournissant les définitions des attributs (chapitre 6). Une définition complète de la structure de la base de données est fournie par Temple (1994b).

Une base de données relationnelle est un des outils les plus efficaces et les plus flexibles pour accumuler et aménager les attributs non spatiaux de la base de données SOTER (Pulles, 1988). Par un tel système, les données sont accumulées sous forme de tableaux dont les enregistrements sont reliés l'un à l'autre au moyen de champs spécifiques d'identification (clés primaires), tel un code d'identification d'unités SOTER. Ces codes sont essentiels car ils forment les liens entre les différentes sous-sections de la base de données, par exemple, le tableau de terrain, les tableaux des composants de terrain et des composants de sols. Une autre particularité de la base de données relationnelle est que si deux ou plusieurs composants sont similaires, les données des attributs ne demandent à n'être entrées qu'une seule fois. La figure 8 donne une représentation schématique de la structure de la base de données des attributs. Les blocs représentent des tableaux dans la base de données SOTER et les lignes continues entre les blocs indiquent les liens entre les tableaux.

FIGURE 7
Unités SOTER, leurs composants de terrain (tc), leurs attributs et leur localisation

Localisation et Topologie

UNITE 1

UNITE 2

label unique

tc 1

tc 2

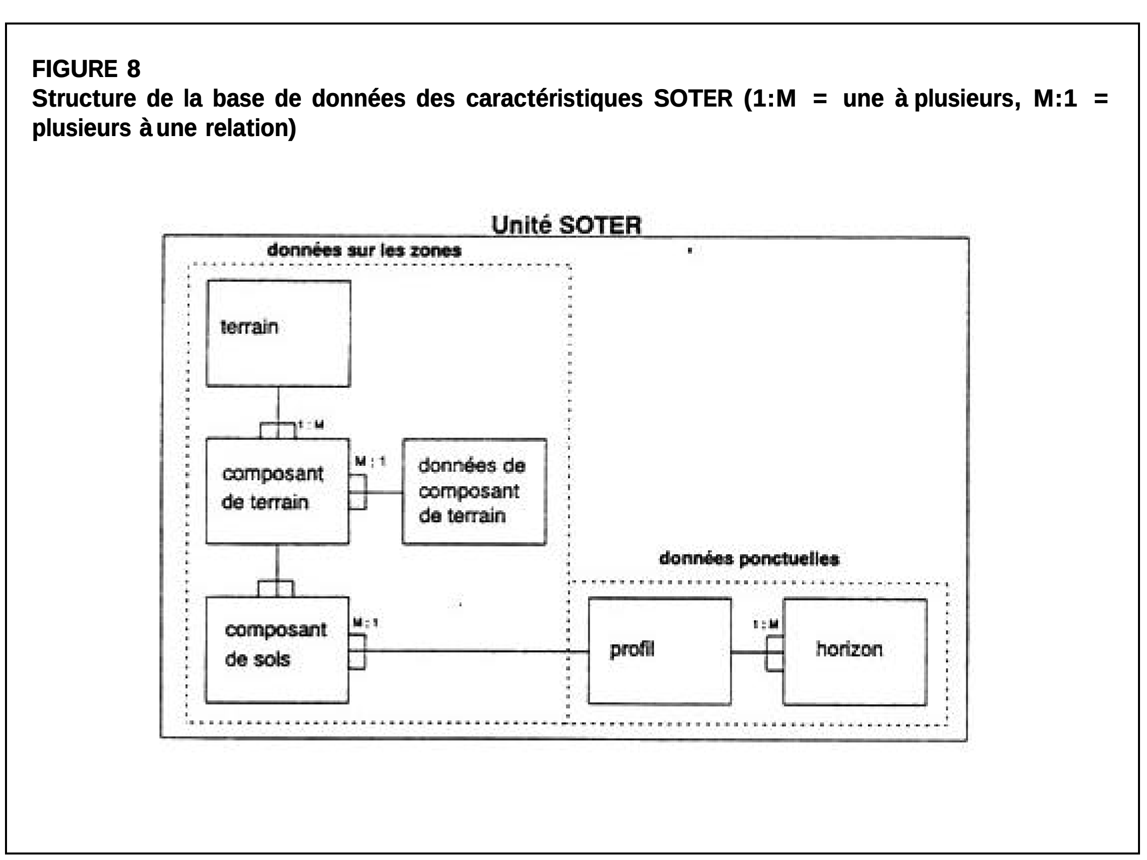
tc 3

tc 1

tc 2

Base de Données des Attributes

FIGURE 8
Structure de la base de données des caractéristiques SOTER (1:M = une à plusieurs, M:1 = plusieurs à une relation)



BASE DE DONNÉES GÉOMÉTRIQUE

La base de données géométrique contient des informations sur les délimitations de l'unité SOTER. Elle comprend également les données de base de la carte (caractères culturaux tels que routes et villes, le réseau hydrologique et les limites administratives). Dans le but d'améliorer la pleine utilisation de la base de données, il est possible d'inclure des renseignements complémentaires sur les limites extérieures à la mosaïque des unités SOTER.
Des exemples de tels renseignements peuvent être les zones socio-économiques (densité de population), unités hydrologiques (bassins versants) et autres caractéristiques naturelles en ressources (végétation, zones agro-écologiques).

BASE DE DONNÉES DES ATTRIBUTS

La base de données des attributs consiste en ensembles de fichiers utilisés dans le Système de Gestion Relationnel de la Base de Données (SGRBD). Les attributs du terrain et des composants de terrain sont donc directement disponibles ou peuvent provenir d'autres paramètres au cours de la compilation de la base de données. En ce qui concerne les données sur les horizons, deux types d'attributs peuvent être distingués dépendant de leur importance et de leur disponibilité: les attributs indispensables et les attributs optionnels.

De nombreux paramètres concernant les horizons de composant de sols consistent en caractéristiques mesurées pour lesquelles la disponibilité varie considérablement. Cependant, il y a un ensemble minimum d'attributs des sols qui sont généralement nécessaires si une interprétation réaliste du composant de sols de l'unité SOTER est attendue. Par conséquent, leur présence est considérée comme indispensable. D'autres attributs sur les horizons des sols sont plus ou moins importants et leur présence dans la base de données est considérée comme optionnelle. Le fait qu'un attribut d'horizons est indispensable ou optionnel est signalé dans le chapitre décrivant les attributs. Il est impératif que, dans le but de préserver l'intégrité de la base de données SOTER, une liste complète des attributs indispensables soit entrée pour chaque composant de sols. Les attributs optionnels sont acceptés par la base de données quand ils sont disponibles.

Chaque attribut peut être divisé en données descriptives (par exemple la forme du relief) et numériques (par exemple le pH, le gradient de pente).

Dans le système SOTER de labelisation (voir les codes des unités SOTER au chapitre 5 pour une description détaillée des conventions de labelisation) toutes les unités SOTER reçoivent un code unique d'identification constitué de 4 chiffres. Pour les tableaux des composants de terrain et des composants de sols, ce code d'identification est complété par des sous-codes pour le numéro des composants de terrain et des composants de sols.

Là où les composants de terrain et les composants de sols sont identiques dans quelques unités SOTER dans différentes proportions, on établit une séparation entre les tableaux comportant les données sur la proportion/position du composant de terrain et du composant de sols (bloc concernant les composants de terrain et bloc concernant les composants de sols) et les tableaux qui comportent les données du composant de terrain et du composant de sols (bloc des données concernant les composants de terrain et bloc

concernant les composants de sols) (voir figure 8).

En conséquence, les informations concernant les composants de terrain sont scindées en deux tableaux:

- ☐ le tableau concernant le composant de terrain qui indique l'unité SOTER à laquelle le composant de terrain appartient et la proportion qu'il occupe à l'intérieur de cette unité;

- ☐ le tableau des données concernant le composant de terrain qui contient toutes les données spécifiques des attributs du composant de terrain.

Dans le premier tableau, il y a un espace qui permet d'entrer chaque composant de terrain individuel dans l'unité SOTER, tandis que dans le second tableau, les entrées ne sont faites que pour les données de ces composants de terrain si elles possèdent des valeurs d'attributs non rencontrées auparavant

De la même manière, les informations sur les composants de sols sont accumulées dans trois tableaux:

- ☐ le tableau concernant les composants de sols contient la proportion de chaque composant de sols dans la combinaison du composant de terrain/unité SOTER et la position qu'il occupe à l'intérieur du composant de terrain;

- ☐ le tableau concernant le profil contient toutes les données des attributs du profil du sol dans son ensemble;

- ☐ le tableau concernant les horizons contient les données de chaque horizon du sol pris individuellement. Pour pouvoir donner un certain degré de variabilité, ce tableau comporte quatre ensembles de valeurs des attributs:

    a) les valeurs particulières provenant du profil représentatif, soit

        1) mesurées, soit
        2) estimées (seulement pour les valeurs indispensables)

    b) les valeurs maximales (mesurées) provenant de tous les profils disponibles dans le composant de sols

    c) les valeurs minimales (mesurées) provenant de tous les profils dans le composant de sols

En ce qui concerne les tableaux des profils et des horizons, les mêmes conditions que celles données pour les composants de terrain sont valables. Seuls les profils non décrits antérieurement peuvent être entrés. Pour ce qui est des données sur les profils/horizons décrivant les sols présents dans les différents composants de sols, une seule entrée est nécessaire.

Les tableaux des horizons doivent contenir toutes les données mesurées indispensables: (a1) ensemble des données. Si les données ne sont pas disponibles pour certains attributs quantifiables, SOTER permettra d'utiliser pour les attributs du profil

représentatif des valeurs estimées par un expert: (a2) ensemble des données. Les valeurs mesurées et estimées du profil représentatif seront donc accumulées séparément.

Pour pouvoir indiquer la variabilité au sein d'un composant de sols, divers paramètres statistiques peuvent être déterminés. Les données provenant du profil représentatif sont considérées comme des valeurs modales. Cependant, vu le petit nombre de profils habituellement disponibles pour pouvoir compléter le composant de sols, il n'est pas réaliste de viser à avoir des déviations ou des moyennes standard. Par conséquent, seules les valeurs maximales et minimales des profils du même composant de sols donnent une indication du taux de variation existant à l'intérieur du composant. Elles sont accumulées respectivement dans les ensembles de données (b) et (c).

Il est fortement recommandé qu'en association avec la base de données SOTER, une base de données nationale sur les profils de sols soit établie suivant les lignes de la base de données sur les sols de la FAO-ISRIC (FAO, 1989) dans laquelle, parmi d'autres, tous les profils représentatifs pourraient être conformés.

Tous les attributs indispensables et optionnels concernant le composant de sols, de même que tous les autres attributs non spatiaux des unités SOTER, sont repris dans le tableau 1. Le listage des composants de sols est compatible, mais contient quelques points complémentaires, avec l'ensemble des données accumulées dans la base de données sur les sols de la FAO-ISRIC.

La base de données peut être appelée à calculer automatiquement un certain nombre de paramètres provenant de valeurs entrées en ce qui concerne les attributs indispensables et optionnels. Ceux-ci comprennent, parmi d'autres, la CEC par 100 g d'argile, la saturation en bases et la classe texturale.

TABLEAU 1
Attributs non spatiaux d'une unité SOTER

TERRAIN

1 ID de la unité SOTER
2 année de récolte des données
3 ID de carte
4 altitude minimale
5 altitude maximale
6 gradient de pente
7 intensité du relief
8 forme principale de relief
9 pente régionale
10 hypsométrie
11 dissection
12 lithologie générale
13 surface d'eau permanent

COMPOSANT DE TERRAIN

14 ID de la unité SOTER
15 numéro du composant de terrain
16 proportion de l'unité SOTER
17 ID des données du composant de terrain

DONNEES DU COMPOSANT DE TERRAIN

18 ID des données du composant de terrain
19 pente dominante
20 longueur de la pente
21 forme de la pente
22 surface locale en surface
23 hauteur moyenne
24 couverture
25 matériau lithologique superficiel
26 texture du matériau non-consolidé
27 profondeur de la roche en place
28 drainage en surface
29 profondeur de la nappe phréatique
30 fréquence des crues
31 durée des crues
32 départ des crues

COMPOSANT DE SOL

33 ID de l'unité SOTER
34 numéro du composant de terrain
35 numéro du composant de sols
36 proportion de l'unité SOTER
37 ID du profile
38 nombre des profiles de référence
39 position dans le composant de terrain
40 rochosité en surface
41 pierrosité en surface
42 types d'érosion/dépôt
43 zone affecté
44 degré d'érosion
45 sensibilité au recouvrement
46 profondeur d'enracinement
47 relation avec d'autres composants de sol

PROFIL

48 ID du profil
49 ID de la base de données du profil
50 latitude
51 longitude
52 altitude
53 date d'échantillonnage
54 ID du labo
55 drainage
56 taux d'infiltration
57 matière organique de surface
58 classification FAO
59 version de la classification
60 classification nationale
61 Soil Taxonomy
62 phase

HORIZON (* = indispensable)

63 ID du profil*
64 numéro d'horizon*
65 horizon diagnostique*
66 caractère diagnostique*
67 désignations des horizons
68 profondeur inférieure*
69 netteté de la transition
70 couleur à l'état humide*
71 couleur à l'état sec
72 grade de la structure
73 dimension des éléments structuraux
74 type de structure*
75 abondance de fragments grossiers*
76 dimension de fragments grossiers
77 sable très grossier
78 sable grossier
79 sable moyen
80 sable fin
81 sable très fin
82 sable total*
83 limon*
84 argile*
85 classe granulométrique
86 densité apparente*
87 teneur en eau à différentes tensions
88 conductivité hydraulique
89 taux d'infiltration
90 pH H_2O*
91 pH KCl
92 conductivité électrique
93 Na^+ soluble
94 Ca^{++} soluble
95 Mg^{++} soluble
96 K^+ soluble
97 Cl^- soluble
98 SO_4^{--} soluble
99 HCO_3^- soluble
100 CO_3^{--} soluble
101 Ca^{++} échangeable
102 Mg^{++} échangeable
103 Na^+ échangeable
104 K^+ échangeable
105 Al^{+++} échangeable
106 acidité d'échange
107 CEC du sol*
108 équivalent carbonates total
109 gypse
110 carbone total*
111 azote total
112 P_2O_5
113 rétention des phosphates
114 Fe dithionite
115 Al dithionite
116 Fe pyrophosphate
117 Al pyrophosphate
118 minéralogie des argiles

Chapitre 5

Conventions SOTER complémentaires

Les diverses conventions décrites dans ce chapitre constituent un complément à celles caractérisées dans le chapitre 2. Elles concernent principalement les règles gouvernant la dimension minimale d'une unité SOTER, en termes à la fois absolus et relatifs tels que les critères déterminant la sélection des profils représentatifs en relation avec les bases de données associées, le type de données et les données manquantes.

Les procédures de gestion de la base de données SOTER, telles que l'affichage de la date et les procédures de backup (de secours) ne sont pas traitées dans ce Manuel, mais sont décrites dans un manuel séparé (Tempel, 1994a).

CODES DES UNITÉS SOTER

A chaque unité SOTER est assigné un code d'identification qui est unique pour la base de données en question. Expérimentalement, l'encodage SOTER consiste en un système simple de numérotation. Ce code se situe normalement entre 1 et 999, ou 9.999 pour de grandes échelles. Les composants de terrain de chaque unité de terrain sont exprimés par des nombres d'extension séparés par une barre oblique (/) et classés suivant la dimension du composant. Un nombre d'extension semblable est utilisé pour encoder les composants de sols. Cela signifie qu'un maximum de 10 composants de terrain (premier chiffre avec des valeurs allant de 0 à 9), chacun ayant 10 composants de sols (second chiffre) peuvent être accumulés dans la base de données. Les nombres d'extension des composants sont séparés du code de l'unité SOTER par une barre oblique. Le code d'identification d'un composant de sols de la base de données peut donc se situer entre 1/11 et 9.999/99. La numérotation n'est pas strictement séquentielle car le nombre total de composants de terrain par terrain et de composants de sols par terrain est limité (voir la section Nombre de composants de sols et de terrain), et des codes d'identification comme 1/17 (7 composants de sols dans le composant de terrain 1) ou 25/53 (3 composants de sols dans le composant de terrain 5) sont peu probables.

Lorsque des bases de données individuelles sont fusionnées en bases de données régionales et mondiales, les codes d'identification SOTER peuvent être précédés du code FAO/ESS pour le pays. Lorsque des bases de données de pays voisins sont entrées dans une base de données, les unités SOTER à cheval sur les frontières doivent avoir des codes différents dans chaque pays. Si un SIG est utilisé, les unités SOTER d'un pays peuvent automatiquement donner le code de leur région à l'autre code de la frontière (supposant que la corrélation correcte a été appliquée), sans quoi cela peut se faire manuellement.

Au niveau national, cette convention d'encodage n'est applicable qu'aux cartes au 1:1 million. Pour des cartes et des bases de données à plus grande échelle, il n'est pas nécessaire de suivre un système unifié.

DIMENSION MINIMALE DE L'UNITÉ SOTER

Prise comme méthode empirique, la dimension minimale d'une unité SOTER isolée est de 0,25 cm^2 sur une carte qui, à l'échelle du 1:1 million, représente 25 km^2 sur le terrain. C'est la plus petite zone qui puisse être représentée cartographiquement. Le plus souvent, de telles unités minuscules correspondent à des formes étroites allongées (plaines inondables, crêtes, vallées) ou à des formes de terrain et de sols très contrastantes. En général, les unités SOTER peuvent être délimitées si un quelconque composant de terrain ou de sols d'une unité change dans la zone de plus de 50%.

NOMBRE DES COMPOSANTS DE SOLS ET DE TERRAIN

A l'intérieur d'une unité SOTER, les composants de terrain et les composants de sols peuvent occuper n'importe quel pourcentage respectivement du terrain et du composant de terrain pourvu que la zone totale de chaque composant ne soit pas inférieure à ce qui a été indiqué dans la section précédente. En théorie, cela autorise un nombre illimité de composants de terrain à l'intérieur de chaque unité SOTER ou de composants de sols dans chaque composant de terrain. En pratique, cela est peu probable car beaucoup de composants de terrain et de composants de sols couvrent des zones assez grandes. SOTER recommande qu'une zone minimale de 15% de l'unité SOTER soit prise en compte lorsqu'on définit des composants de terrain et de sols, à moins que l'unité SOTER en question soit très grande ou qu'elle comporte des composants de terrain ou de sols contrastants, lorsque le pourcentage de couverture peut être inférieur.

Le plus souvent, on prévoit qu'une unité SOTER soit subdivisée en plus de 3 ou 4 composants de terrain, chacun d'eux n'ayant pas plus de 3 composants de sols, ce qui représente un maximum de 12 subdivisions. De toute évidence, la somme proportionnelle de la zone de composants de sols à l'intérieur de chaque composant de terrain, et de composants de terrain à l'intérieur de chaque unité SOTER, sera toujours de 100%.

Il est prudent, pour ceux qui dressent des cartes, de s'habituer à se limiter lorsqu'ils subdivisent le terrain en composants de terrain et de sols. Seuls les critères à considérer comme importants pour analyser un paysage en interprétation ultérieure sont à sélectionner. Des changements significatifs dans les attributs tels que le matériau originel, la forme en surface et le gradient de pente, qui couvriraient en même temps des zones importantes constituent des critères permettant de définir de nouvelles unités SOTER. Des composants de terrain devraient être divisés en composants de sols uniquement s'il y a des changements manifestes dans les critères diagnostiques qui se reflètent dans des aspects concernant l'utilisation ou la dégradation des terres. Des changements mineurs dans un de ces critères devraient être considérés comme faisant partie de la variabilité naturelle qu'on peut s'attendre à trouver dans chaque unité SOTER à l'échelle du 1:1 million. Une certaine prudence dans les définitions de composants de terrain et de sols est absolument nécessaire pour ne pas créer un nombre excessif de composants et ainsi allonger le temps nécessaire à l'encodage, à l'entrée et à l'établissement des données.

PROFILS REPRÉSENTATIFS DE SOLS

Le profil représentatif utilisé pour symboliser un composant de sols spécifique est choisi parmi un certain nombre de profils de références qui ont des caractéristiques semblables. Là où c'est possible, SOTER doit se fier à une sélection de profils de référence faits par les premiers prospecteurs. On envisagera d'accumuler, dans une base de données nationale sur les profils de sols, tous les profils de référence pris en considération de préférence basés sur le format de la base de données sur les sols de la FAO-ISRIC. La base de données SOTER comprend une clé pour les bases de données nationales.

La base de données SOTER comprend également un code qui explique comment beaucoup de profils de référence sont envisagés pour la sélection du profil représentatif et sont également utilisés pour déterminer les valeurs maximales et minimales des attributs.

PROCÉDURES DE MISE À JOUR

Les unités SOTER et leurs attributs sont uniques à la fois dans l'espace et le temps et bien que les caractéristiques des sols et en particulier du terrain sont estimées avoir un degré élevé de stabilité temporelle, il peut devenir nécessaire de mettre de temps en temps à jour certains attributs. Actuellement, il n'existe pas de procédures pour mettre à jour les données géographiques telles que les limites des unités SOTER. Cependant, le remplacement (de certaines parties) de feuilles de cartes par des cartes plus récentes entraînera des changements dans les données des attributs pour lesquelles les directives ci-dessus peuvent être utilisées.

La mise à jour de la base de données des attributs pourrait devenir nécessaire à cause de données manquantes, incorrectes ou obsolètes dans la base de données. S'il y a certaine lacunes dans les données, les espaces vides peuvent être remplis lorsque des données complémentaires deviennent disponibles. Des données incorrectes, qui comprennent des données pouvant être remplacées par (un ensemble de) des données plus sûres (par exemple, un profil représentatif à substituer à un autre plus représentatif) peuvent être remplacées par de nouvelles données bien qu'une note doive être faite à ce sujet dans la base de données. Par contre, des données obsolètes ne se remplacent pas simplement par des informations plus récentes. Au lieu de cela, des données anciennes sont descendues dans une base de données spéciale contenant des données obsolètes après que les nouvelles données soient entrées dans la base de données normale. De cette façon, la base de données contenant les données obsolètes peut être utilisée pour le suivi de changements au cours du temps. Lorsque certains paramètres sont mesurés à intervalles réguliers, une mise à jour périodique devient nécessaire.

Le code d'identification des unités SOTER doit indiquer à quel niveau de différenciation l'unité SOTER peut être cartographiée. La base de données est capable de créer un certain nombre de données relationnelles qui conviennent à chaque unité SOTER et entre les unités SOTER (par exemple, le pourcentage de chaque composant de sols dans un composant de terrain ou dans une unité SOTER, la zone totale de tous les composants de terrain avec le code des données des composants de terrain identiques, etc.).

Chapitre 6

Encodage des attributs

Notez que les numéros précédant les attributs repris dans le tableau 1 sont identiques à ceux des attributs dans ce chapitre et sont placés dans la marge de gauche. Ils figurent également sur les formulaires d'entrées des données SOTER (voir un modèle à l'annexe 5).

Le code d'identification de l'unité SOTER se rapportant à l'unité de carte est complété dans la base de données par deux chiffres complémentaires séparés du code de l'unité SOTER par un trait oblique. Le premier chiffre représente le nombre de composants de terrain et le second représente le nombre de composants de sols. Finalement, le code d'identification de l'unité SOTER sera le seul identificateur pour les unités SOTER à une échelle mondiale. (voir également les codes des unités SOTER au chapitre 5).

Cependant, pour ceux qui compilent les données SOTER sur une échelle nationale ou régionale, il est suffisant d'attacher localement des codes d'identification uniques à chaque unité SOTER, tenant compte des conventions d'encodage expliquées dans la section codes des unités SOTER. Ces codes d'identification seront convertis globalement en identifieurs uniques avant de les entrer dans la base de données SOTER continentale ou mondiale.

Les limites de classes telles qu'elles sont utilisées dans ce Manuel sont définies comme suit. La limite supérieure de la classe est incluse dans la classe suivante. Par exemple, la classe de pente 2-5% (point 9) comprend toutes les pentes allant de 2 à 4,9%. De sorte qu'une pente de 5% tombera dans la classe 5-8%.

TERRAIN

1 *ID de l'unité SOTER*

L'ID de l'unité SOTER est le code d'identification d'une unité SOTER sur la carte et dans la base de données. Elle relie la zone cartographique aux attributs repris dans la base de données et, en particulier, elle identifie le terrain qui appartient à une unité SOTER. Les unités SOTER qui ont des attributs identiques portent la même ID de l'unité SOTER. En d'autres termes, l'ID de l'unité SOTER est semblable à un code d'unité cartographique sur une carte de sols conventionnelle.

Pour chaque carte SOTER, un code unique (jusqu'à 4 chiffres) est assigné à toute unité SOTER qui a été différenciée. Sur la plupart des cartes SOTER 2 ou 3 chiffres sont suffisants.

TABLEAU 2
Hiérarchie des principales formes de paysage

premier niveau	second niveau	gradient (%)	intensité du relief
L terre plane	**LP** plaine	<8	<100m/km
	LL plateau	<8	<100m/km
	LD dépression	<8	<100m/km
	LF bas de pente à faible gradient	<8	<100m/km
	LV fond de vallée	<8	<100m/km
S terre inclinée	**SM** montagnes à gradient moyen	15-30	>600m/2km
	SH collines à gradient moyen	8-30	>50m/unité de pente
	SE zone d'escarpement à gradient moyen	15-30	<600m/2km
	SR crêtes	8-30	>50m/unité de pente
	SU hautes plateaux montagneux	8-30	>600m/2km
	SP plaine disséquée	8-30	<50m/unité de pente
T terre escarpée	**TM** montagne à gradient élevé	>30	>600m/2km
	TH colline à gradient élevé	>30	<600m/2km
	TE zone d'escarpement à gradient élevé	>30	>600m/2km
	TV vallées à gradient élevé	>30	var.
C terres avec formes de paysage composites	**CV** vallée	>8	var.
	CL plateau étroit	>8	var.
	CD dépression importante	>8	var.

Note: var. = variable.

2 *année de récolte des données*

L'année dans laquelle les données originales de terrain ont été recueillies servira d'affichage du temps pour chaque unité SOTER. Là où l'unité SOTER a été composée sur base de différentes sources d'informations, il est conseillé d'utiliser la source principale pour la dater. De cette façon, un lien entre l'unité SOTER et la source principale d'informations qui sera listée sous l'appellation ID de carte peut être établi facilement. L'année de compilation des données suivant les procédures SOTER n'est donc pas enregistrée à moins que la compilation elle-même résulte d'une certaine réinterprétation principale basée sur des sources complémentaires d'informations, telles que des images satellites récentes. En général, l'année de compilation peut être déduite de l'année au cours de laquelle les données ont été entrées dans la base de données car les deux années sont vraisemblablement les mêmes ou très proches l'une de l'autre. On peut supposer que l'année où les données de terrain ont été recueillies s'applique également aux données des composants de terrain et il est recommandé qu'il n'y ait pas de date différente.

3 *ID de carte*

Code d'identification de l'origine de la carte de laquelle proviennent les données pour la compilation des unités SOTER. Il y a place pour 12 caractères.

4 *altitude minimale*

Altitude minimale absolue de l'unité SOTER en mètres au dessus du niveau de la mer.

5 *altitude maximale*

Altitude maximale absolue de l'unité SOTER en mètres au dessus du niveau de la mer.

6 *gradient de pente*

Angle dominant de pente, exprimé en pourcentage, prédominant sur le terrain.

7 *intensité du relief*

L'intensité du relief est la différence moyenne entre le point le plus haut et le point le plus bas du terrain sur une distance déterminée. Cette distance déterminée peut varier mais est exprimée en m/km dans la base de données.

8 *forme principale du relief*

Les formes du relief sont décrites avant tout par leur morphologie, et non par leur origine génétique, ou par les processus responsables de leur forme. La pente dominante est le critère de différenciation le plus important, suivie par l'intensité du relief. Cette dernière est normalement donnée en m/km, mais pour faire une distinction entre collines et montagnes, il est pratique d'utiliser des intervalles de 2 km (voir tableau 2).

Au niveau le plus élevé de la séparation des formes du relief, convenant à des échelles égales ou inférieures au 1:10 millions, quatre groupes ont été distingués (adapté de Remmelzwaal, 1991). Ils peuvent être subdivisés lorsque la position de la forme du relief, vis-à-vis des terres environnantes, est prise en considération.

Là où le gradient ou l'intensité du relief ne sont pas nets, la distinction entre les différentes formes du relief au second niveau suit en fonction de la description donnée à l'annexe 1.

FORMES DU RELIEF REGIONAL

Les principales formes du relief peuvent ensuite être caractérisées en fonction de trois critères qui sont:

1. la pente de la région
2. l'hypsométrie
3. la dissection

Le pouvoir de différenciation de ces critères est le plus élevé en ce qui concerne les terres planes bien qu'il puisse être utilisés pour les terres inclinées dont l'intensité du relief est inférieure à 600 m/km. Pour les terres escarpées dont l'intensité du relief est élevé, ces critères sont de peu d'utilité à l'exception du niveau hypsométrique.

9 *pente régionale*

Un affinement des classes de pente comparé aux classes utilisées pour les formes principales du relief est possible. Les pentes dominantes peuvent être subdivisées suivant les classes que voici:

a) Formes simples de relief

W 0- 2 % plat, trempé*

F 0- 2 % plat

G 2- 5 % doucement ondulé

U 5- 8 % ondulé

R 8-15 % accidenté

S 15-30 % modérément escarpé

T 30-60 % escarpé

V ≥ 60 % très escarpé

* trempé signifie que la surface couverte en permanence par de l'eau est comprise entre 90 et 50% (voir aussi le point 13)

b) formes complexes du relief**

CU en forme de cuesta

DO en forme de dôme

RI en forme de butte

TE en forme de terrasse

IN couvert d'inselbergs (occupant au moins 1% des terres planes)

DU en forme de dune

IM avec plaines intermontagnardes (occupant au moins 15%)

WE avec terres humides (occupant au moins 15%)

KA karst prononcé

** Dans le cas de formes complexes du relief, la forme du relief en saillie doit avoir au moins 25 m de hauteur (sinon on considère qu'il s'agit d'un méso-relief) à l'exception des terres en terrasses où les terrasses principales doivent avoir une dénivellation d'au moins 10 m.

Ces subdivisions sont principalement applicables aux formes du relief plat et à certaine formes de paysage incliné. On ne les utilise pas pour les terres escarpées sauf dans le cas de montagnes avec plaines intermontagnardes, mais on peut les utiliser pour des terres à formes complexes du relief où les subdivisions peuvent être en relation avec la forme du relief consécutif à pente plus faible.

10 *hypsométrie*

Le niveau hypsométrique est, pour des terres plates et légèrement inclinées (intensité du relief inférieur à 50 m),une indication de la hauteur au dessus du niveau de la mer. Pour les terres qui ont une intensité de relief supérieure à 50 m, l'hypsométrie est utilisée pour indiquer la hauteur au-dessus du niveau de base local (par exemple le relief local).

a) Terres plates et inclinées (intensité du relief < 50 m/unité de pente)

1	< 300 m	très faiblement dénivelé
2	300 - 600 m	faiblement dénivelé
3	600 - 1500 m	moyennement dénivelé
4	1500 - 3000 m	fortement dénivelé
5	≥ 3000 m	très fortement dénivelé

b) Terres inclinées (intensité du relief > 50 m/unité de pente)

6	< 200 m	faiblement (collines, etc.)
7	200 - 400 m	moyennement
8	≥ 400 m	fortement

c) Terres escarpées et inclinées (intensité du relief > 600m/2km)

9	600 - 1500 m	faiblement (montagnes, etc.)
10	1500 - 3000 m	moyennement
11	3000 - 5000 m	fortement
12	≥ 5000 m	très fortement

11 *dissection*

Le degré de dissection est difficile à quantifier dans la pratique. Des facteurs tels que la couverture, la pente et la profondeur sont des caractères qui contribuent tous à l'intensité de la dissection du paysage. SOTER utilise l'intensité du drainage comme une mesure qualitative du degré de dissection. Plus l'intensité du drainage est élevée, plus des traces de dissection des terres apparaissent, et, en général, également plus il y a de raideur dans les pentes des zones disséquées. La dissection peut s'approfondir si l'intensité du réseau de drainage et les pentes dans le paysage augmentent. A l'inverse, une densité de drainage élevée sur des terres plates (pentes dominantes < 2%) n'est pas nécessairement en relation avec la dissection du terrain mais peut être une indication de l'humidité des terres.

La méthode la plus précise pour mesurer la densité du drainage (définie comme la longueur moyenne des canaux de drainage par unité de zone exprimée en $km\ km^{-2}$) est de mesurer réellement la longueur de tous les fleuves et rivières permanents et saisonniers dans un bloc représentatif. Cela doit être fait sur des cartes de bonne qualité

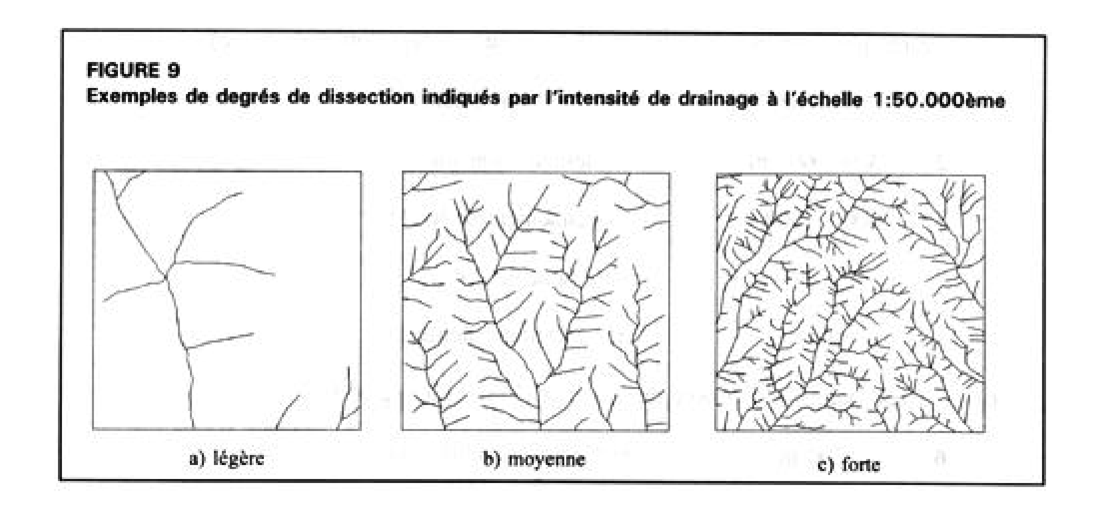


FIGURE 9
Exemples de degrés de dissection indiqués par l'intensité de drainage à l'échelle 1:50.000ème

au 1:50.000 ou plus grandes. Il existe une technique qui accélère ces mesures par comptage de points d'intersection (Verhasselt, 1961).

En pratique, le matériel nécessaire pour réaliser ces mesures n'est pas souvent disponible et on ne peut faire qu'une estimation quantitative. Cela peut être fait en se servant du matériel disponible le plus détaillé (cartes, photos aériennes ou images satellites). On n'a distingué que trois classes:

1 < 10 km km^{-2} légèrement disséqué

2 10-25 km km^{-2} moyennement disséqué

3 ≥ 25 km km^{-2} fortement disséqué

La figure 9 fournit une illustration à l'échelle du 1:50.000 de ces trois classes. Le degré de dissection n'est pas applicable aux terres dont l'intensité du relief est > à 600 m.

12 *lithologie générale*

Pour chaque unité SOTER, une description générale du matériau superficiel consolidé ou non qui est à la base d'une grande partie du terrain est donnée. Les critères principaux de différenciation sont la pétrologie et la composition minéralogique (Holmes, 1968, Strahler, 1969). A l'échelle du 1:1 million, la lithologie doit être spécifiée au moins au niveau du groupe. Les codes sont repris dans le tableau 3.

13 *surface d'eau permanente*

Indique le pourcentage de l'unité SOTER en grande partie (c'est-à-dire > à 90% à l'exclusion de petites îles, etc.) couvert d'eau. Les masses d'eau suffisamment grandes pour être délimitées sur la carte ne font pas partie intégrante de l'unité SOTER.

TABLEAU 3
Hiérarchie de la lithologie

classe majeure	groupe	type
I roche ignée	IA ignée acide	IA1 granite IA2 grano-diorite IA3 quartz-diorite IA4 rhyolite
..	II ignée intermédiaire	II1 andesite, trachyte, phonolite II2 diorite-syénite
..	IB ignée basique	IB1 gabbro IB2 basalte IB3 dolérite
..	IU ignée ultrabasique	IU1 péridotite IU2 pyroxénite IU3 ilménite, magnétite, roche ferrugineuse, serpentine
M roche métamorphique	MA métamorphique acide	MA1 quartzite MA2 gneiss, migmatite MA3 ardoise, phyllade MA4 schiste
..	MB métamorphique basique	MB1 ardoise, phyllade MB2 schiste MB3 gneiss riche en minéraux ferro-magnésien MB4 calcaire métamorphique (marbre)
S roche sédimentaire	SC sédiments clastiques	SC1 conglomérat, brèche SC2 grès, grauwacke, arkose SC3 siltstone, argilite SC4 ardoise SC5 roche ferrugineuse
..	SO organique	SO1 calcaire, autres roches carbonatée SO2 marne et autres mélanges SO3 charbon, bitume & roches apparentées
..	SE évaporites	SE1 anhydrite, gypse SE2 halite
U non-consolidée	UF fluviatile UL lacustre UM marine UC colluviale UE éolienne UG glaciaire UP pyroclastique UO organique	

COMPOSANT DE TERRAIN

Cette section comprend les caractéristiques qui identifient tout composant de terrain, son pourcentage dans l'unité SOTER (15-100%) et le lien qui l'unit à l'ensemble complet des données des attributs d'un composant de terrain (section données des composants de terrain).

14 *ID de l'unité SOTER*

Voir ID de l'unité SOTER au chapitre 6 *Terrain*.

15 *numéro du composant de terrain*

Numéro séquentiel du composant de terrain dans le terrain. Le composant de terrain le plus grand dans l'unité SOTER vient en premier lieu suivi du second en dimension et ainsi de suite. La combinaison de l'ID de l'unité SOTER et du numéro du composant de terrain (par exemple 2034/1) donne le code d'identification complet pour chaque composant de terrain à l'intérieur de la base de données.

16 *proportion de l'unité SOTER*

Proportion que le composant de terrain occupe dans l'unité SOTER. Comme il a été dit dans la section nombre de composants de sols et de terrain au chapitre 5, un composant de terrain ne couvre normalement pas moins de 15% d'un terrain. La somme de tous les composants de terrain doit être de 100%.

Exemples

ID de l'unité SOTER = 2034	ID de l'unité SOTER = 2034
n° du composant de terrain = 1	n° du composant de terrain = 2
proportion dans l'US = 70 %	proportion dans l'US = 30%

17 *ID des données du composant de terrain*

Si deux (ou plusieurs) composants de terrain sont tout à fait semblables, leurs données ne seront entrées qu'une fois dans la base de données. Le code des données à le format ID de l'unité SOTER/numéro du composant de terrain. Lorsqu'on se réfère à une ID de données de composants de terrain déjà décrite, le premier composant de terrain qui

Exemples

cas A (deux composants de terrain, aucun n'est encore décrit dans la base de données des attributs)

ID de l'unité SOTER = 2034	ID de l'unité SOTER = 2034
n° du composant de terrain = 1	n° du composant de terrain = 2
proportion dans l'US = 70%	proportion dans l'US = 30%
ID des données du composant de terrain = 2034/1	ID des données du composant de terrain = 2034/2

cas B (deux composants de terrain, un déjà décrit (marqué de*), un non encore décrit)

ID de l'unité SOTER = 2035	ID de l'unité SOTER = 2035
n° du composant de terrain = 1	n° du composant de terrain = 2
proportion dans l'US = 60%	proportion dans l'US = 40%
ID des données du composant de terrain = 2034/2*	ID des données du composant de terrain = 2035/2

contient des attributs particuliers doit également être utilisé pour les composants de terrain identiques qui suivent. Au cas où un composant de terrain n'a pas été décrit antérieurement dans la base de données, son code doit également être utilisé comme code de ses données (quatre plus un chiffres).

DONNÉES DU COMPOSANT DE TERRAIN

18 *ID données du composant de terrain*

Voir ID du composant de terrain sous la section 6.1.

CARACTERISTIQUES DE PENTE

Les points 19-21 caractérisent la pente du composant de terrain.

19 *pente dominante*

Gradient de pente dominante du composant de terrain en %.

20 *longueur de la pente (m)*

Longueur dominante estimée de la pente, en m.

21 *forme de la pente*

Forme dominante de la pente (entrée uniquement si le gradient de pente dominante > 2%).

U pente uniforme

C concave, pente inférieure avec gradient de bas de pente décroissant

V convexe, pente supérieure avec gradient de haut de pente décroissant

I pente irrégulière

MESO-RELIEF

Les points 22-24 caractérisent le méso-relief ou les formes locales en surface.

22 *forme locale en surface*

Un numéro du méso-relief ou des formes locales caractéristiques en surface peut être reconnu à l'échelle du 1:1 million (Day, 1983; FAO, 1977; Soil Survey Staff, 1951) en plus de la forme de la pente telle qu'elle est listée ci-dessous (cette liste n'est pas exhaustive).

H avec creux et bosses — structure très complexe de pentes allant de dépressions plus ou moins arrondies ou de dépressions de dimensions variables à des buttes ou bosses coniques. Il n'y a généralement pas de concordance entre les buttes et les dépressions. Les degrés de pente sont considérables et varient généralement de 4 à 70%.

M avec monticules — couverture (au moins 5%) par des monticules isolés de plus de 2,5 m de hauteur.

K avec tours — couverture (au moins 5%) par des tours karstiques isolées à flancs escarpés de plus de 2,5 m de hauteur.

R avec buttes — couverture (au moins 5%) par des buttes parallèles, subparallèles ou entrecroisées généralement très raides (élévations étroites allongées) de plus de 2,5 m de hauteur.

T avec terrasses — zones plates (pente < 2%) limitées d'un côté par une pente raide de plus de 2,5 m de hauteur suivie d'une autre surface plate.

G avec ravins — couverture (au moins 5%) de ravins à pentes raides de plus de 2,5 m d'épaisseur.

S fortement disséqué — zones dont la densité de drainage est supérieure à 25 km km^{-2}, la profondeur disséquée des lignes de drainage est d'au moins 2,5 m.

D disséqué — zones dont la densité de drainage est supérieure à 10 km km^{-2}, la profondeur disséquée est d'au moins 2,5 m.

L légèrement disséqué — zones ont la densité de drainage est inférieure à 10 km km^{-2}, la profondeur disséquée est d'au moins 2,5 m.

23 *hauteur moyenne*

Hauteur moyenne du méso-climat (où sa profondeur si c'est le cas) en mètres, la profondeur étant indiquée par le signe -.

24 *couverture*

Pourcentage estimé de couverture des éléments du méso-relief à l'intérieur du composant de terrain.

25 *matériau lithologique superficiel*

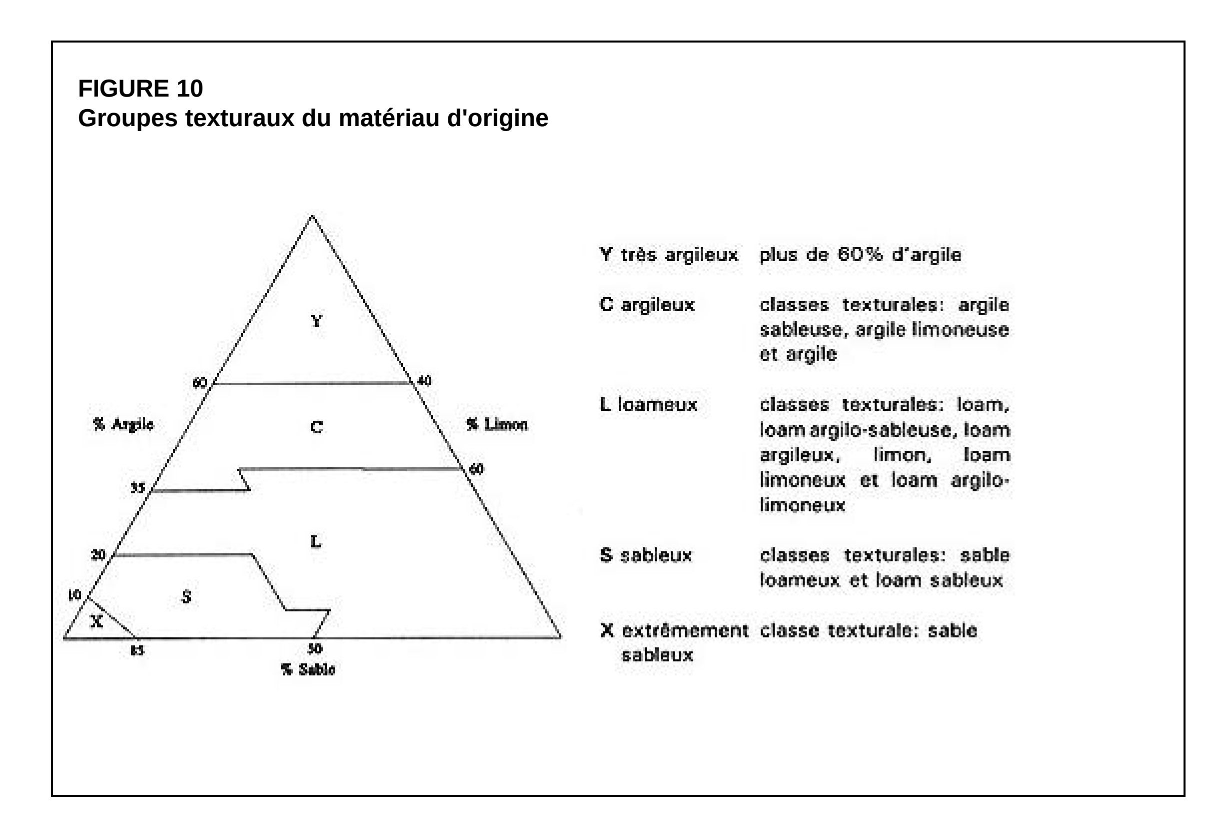
Description des matériaux superficiels consolidés ou non qui constituent la principale base du composant de terrain. Ces matériaux comprennent les types de masses rocheuses dont est issu le matériau originel ainsi que les autres dépôts minéraux ou organiques non consolidés. La même liste de matériaux originels que celle données pour la lithologie de l'unité de terrain est utilisée (voir tableau 3). Si le type au niveau du matériau originel déjà indiqué au niveau du terrain ne varie pas, il n'est pas nécessaire de

l'entrer à nouveau ici.

26 *texture du matériau originel non consolidé*

Le groupe textural des particules < à 2 mm du matériau originel non consolidé, ou le matériau originel à 2 m si le sol est profondément développé, est donné. La figure 10 montre les différents groupes dans le triangle textural. Les classes texturales utilisées dans la description des groupes ont été redéfinies récemment (FAO, 1994).

FIGURE 10
Groupes texturaux du matériau d'origine



27 *profondeur de la roche en place*

Profondeur moyenne de la roche consolidée en place en mètres. Pour des profondeurs supérieures à 10 m, la profondeur la plus proche des 5 mètres peut être donnée.

28 *drainage en surface*

Drainage en surface du composant de terrain (suivant Cochrane *et al*., 1985).

E	extrêmement lent	l'eau affleure en surface et de grandes parties du terrain sont gorgées d'eau pendant des périodes continues dépassant 30 jours
S	lent	l'eau s'évacue lentement mais la plus grande partie du terrain ne reste pas gorgée d'eau pendant plus de 30 jours consécutifs

W bon — l'eau s'évacue bien mais pas excessivement, en aucun endroit le terrain ne reste gorgé d'eau pendant une période continue de plus de 48 heures

R rapide — l'excédent d'eau se draine rapidement même au cours de périodes de pluies prolongées

V très rapide — l'excédent d'eau se draine très rapidement, le terrain ne supporte pas la croissance de plantes à enracinement court même s'il y a des pluies en suffisance

29 *profondeur de la nappe phréatique*

Profondeur, en mètres, du niveau phréatique moyen au cours d'un certain nombre d'années d'expérimentation sur le composant de terrain.

CRUES

Les crues sont caractérisées par les points 30-32.

30 *fréquence*

Fréquence des crues naturelles sur le composant de terrain suivant les classes FAO (1994).

N aucune

D journalières

W hebdomadaires

M mensuelles

A annuelles

B bisannuelles

F une fois tous les 2-5 ans

T une fois tous les 5-10 ans

R rares

U inconnues

31 *durée*

Durée des crues sur le composant de terrain suivant les classes FAO (1994).

1 moins d'un jour

2 1-15 jours

3 15-30 jours

4 30-90 jours

5 90-180 jours

6 180-360 jours

7 continues

32 *départ*

Donner le mois (indiqué par un nombre) au cours duquel la crue sur le composant de terrain commence normalement. Trois entrées sont possibles.

COMPOSANT DE SOL

Cette section comprend, outre les codes d'identification SOTER, tous les attributs du composant de terrain (points 33 à 47). Les attributs généraux liés au profil représentatif du sol et les attributs des horizons sont explicités dans les sections suivantes, Données de profil et d'horizons.

33 *ID de l'unité SOTER*

Voir l'ID de l'unité SOTER dans la section Terrain. L'ID de l'unité SOTER présentée dans le chapitre concernant le terrain peut également être utilisée ici.

34 *numéro du composant de terrain*

Voir le numéro du composant de terrain dans la section Composant de terrain. Le numéro du composant de terrain donné dans le chapitre composant de terrain peut également être utilisé ici.

35 *numéro du composant de sols*

Numéro séquentiel du sol dans le composant de terrain suivant le classement du composant de sols dans le composant de terrain (le composant de sols le plus étendu porte le numéro 1, le second le plus étendu, le numéro 2, etc.). Les composants de sols constituent le niveau le plus bas de la différenciation des unités SOTER.

36 *proportion de l'unité SOTER*

Proportion que le composant SOTER occupe à l'intérieur de l'unité SOTER. Comme on l'a dit à la section Numéro des composants de sols et de terrain au chapitre 5, un composant de sols occupe normalement au moins 15% du terrain. La somme de tous les composants de sols est donc de 100% pour chaque unité SOTER.

37 *ID du profil*

Code du profil représentatif. Tout code national est autorisé pourvu qu'il soit unique au niveau national. Un code de pays ISO (voir annexe 5) doit précéder le code national. Il y a de la place pour 12 caractères.

38 *nombre des profils de référence*

Le nombre des profils de référence pris en considération pour la sélection du profil représentatif est indiqué. Ces profils ont également contribué à la détermination des valeurs maximales et minimales pour un certain nombre de paramètres chimiques et physiques du sol.

39 *position dans le composant de terrain*

La position relative du composant de sols dans le composant de terrain est caractérisée par une des descriptions suivantes:

H	élevée	interfluve, crête ou partie surélevée du composant de terrain
M	moyenne	pente supérieure et moyenne de toute position intermédiaire dans le composant de terrain
L	basse	pente inférieure ou partie inférieure du composant de terrain
D	inférieure	dépression, fond de vallée de la partie la plus basse du composant de terrain
A	toute	toutes les positions à l'intérieur du composant de terrain

40 *rochosité en surface*

Pourcentage couvert par des affleurements rocheux conformément aux classes suivantes (FAO, 1994):

N	aucun	0%
V	très peu	0-2%
F	peu	0-5%
C	communs	5-15%
M	nombreux	15-40%
A	abondants	40-80%
D	dominants	≥ 80%

41 *pierrosité en surface*

Le pourcentage couvert par des fragments grossiers (> 0,2 cm) complètement ou partiellement en surface, est décrit conformément aux classes suivantes (FAO, 1994):

N	aucun	0%
V	très peu	0-2%
F	peu	2-5%
C	communs	5-15%
M	nombreux	15-40%
A	abondants	40-80%
D	dominants	≥ 80%

EROSION OBSERVABLE

Tout signe visible d'érosion (accélérée) doit être indiqué suivant le type, la zone affectée et le degré. Si plus de deux types d'érosion sont actifs en même temps, seul le type dominant est indiqué (points 42-44).

42 *types d'érosion/dépôt*

Caractérisation du type d'érosion ou de dépôt suivant la FAO (1994):

N aucun signe visible d'érosion
S érosion en nappe
R érosion en ruisselets
G érosion par ravinement
T érosion en tunnel
P dépôt par l'eau
W dépôt par l'eau et le vent
L dépôt par le vent
A érosion et dépôt par le vent
D sable mouvant
Z dépôt salin
U type d'érosion inconnu

43 *zone affectée*

Zone affectée par l'érosion mentionnée ci-dessus. Classes suivant ISRIC-UNEP (1988).

1 0-5%

2 5-10%

3 10-25%

4 25-50%

5 $\geq$ 50%

44 *degré d'érosion*

Suivant la FAO (1994).

S	légère	quelques signes de perte des horizons de surface. Les fonctions biotiques originales en grande partie intactes.
M	modérée	signes évidents de déplacement ou de perte d'horizons de surface. Les fonctions biotiques originales sont partiellement détruites.
V	sévère	les horizons de surface sont entièrement déplacés (les horizons subsuperficiels sont exposés) ou recouverts de sédiments de matériaux provenant du sommet des pentes. Les fonctions biotiques originales sont en grande partie détruites.
E	extrême	les horizons subsuperficiels plus profonds sont réellement déplacés (badlands). Les fonctions biotiques originales sont complètement détruites.

45 *sensibilité au recouvrement*

Degré auquel la surface du sol a tendance au recouvrement et au plombage (FAO, 1994):

N	aucune	aucun recouvrement ou plombage observé
W	faible	la surface du sol a une sensibilité légère au recouvrement. Croûte tendre ou légèrement dure de moins de 0,5 cm d'épaisseur.
M	modérée	le sol a une sensibilité modérée au recouvrement. Croûte tendre ou légèrement dure de plus de 0,5 cm d'épaisseur ou croûte dure de moins de 0,5 cm d'épaisseur.
S	forte	la surface du sol a une forte sensibilité au recouvrement. Croûte dure de plus de 0,5 cm d'épaisseur.

46 *profondeur d'enracinement*

La profondeur, estimée en cm, à laquelle la croissance des racines n'est entravée par aucun obstacle physique ou chimique tel qu'une couche imperméable ou toxique. Des roches fortement fracturées telles que des phyllades peuvent être considérées comme permettant l'enracinement. Classes suivant la FAO (1994).

V	très superficielle	< 30 cm
S	superficielle	30-50 cm
M	modérément profonde	50-100 cm
D	profonde	100-150 cm
X	très profonde	≥ 150 cm

47 *relation avec d'autres composants de sols*

Un espace d'encodage libre de 254 caractères est disponible pour indiquer succinctement la relation entre ce composant de sols et les composants de sols adjacents. Il est possible d'utiliser jusqu'à 254 caractères.

Par exemple: "Le composant de sols A est formé sur un matériau colluvionnaire dérivant du composant de sols B".

PROFIL

48 *ID du profil*

Comme pour l'ID du profil de la section Composant de sols.

49 *ID de la base de données du profil*

Code d'identification pour la personne, l'institution ou l'organisation qui possède la base de données nationale du profil du sol (ou une partie de celle-ci). Le code consiste en un code ISO pour le pays (voir annexe 5) et un numéro séquentiel (voir aussi la section Base de données des profils de sols au chapitre 8.3).

LOCALISATION DU PROFIL REPRESENTATIF

Latitude et longitude, aussi précises que possible, et exprimées en degrés décimaux. Un profil dont la localisation approximative (par exemple, précision à la minute entière la plus proche) n'est pas connue ne sera pas acceptée dans la base de données SOTER.

50 *latitude*

La latitude est enregistrée en degrés décimaux Nord. Les latitudes de l'hémisphère Sud sont négatives.

51 *longitude*

La longitude est enregistrée en degrés décimaux Est. Les longitudes de l'hémisphère Ouest sont négatives.

52 *altitude*

Altitude du profil représentatif en mètres au dessus du niveau de la mer et au moins indiquée à la courbe de niveau de 50 m la plus proche (si ce n'est pas possible, aucune entrée ne sera faite).

53 *date d'échantillonnage*

Date à laquelle le profil a été décrit et échantillonné. Au cas où ces deux relevés seraient faits à des dates différentes, on utilise la date d'échantillonnage. La formule est MM/AAAA.

54 *ID du labo*

Code d'ID pour le laboratoire de sol qui a analysé les échantillons: le code ISO du pays suivi d'un numéro séquentiel.

55 *drainage*

Le drainage actuel du composant de sols est décrit suivant l'une des classes mentionnées ci-dessous (suivant la FAO, 1994).

E	excessivement drainé	L'eau est éliminée du sol très rapidement
S	quelque peu excessivement drainé	L'eau est éliminée du sol rapidement
W	bien drainé	L'eau est éliminée du sol facilement mais pas rapidement
M	modérément bien drainé	L'eau est éliminée du sol assez lentement au cours de certaines périodes de l'année. Les sols sont trempés pendant certaines périodes à la profondeur d'enracinement.
I	imparfaitement drainé	L'eau est éliminée du sol lentement au point que les sols sont trempés à faible profondeur pour une période importante
P	médiocrement drainé	L'eau est éliminée du sol tellement lentement que les sols sont habituellement trempés pendant des périodes importantes. Les sols ont généralement un niveau phréatique peu profond

V très médiocrement drainé — L'eau est éliminée du sol tellement lentement que les sols sont trempés à faible profondeur pendant de longues périodes. Les sols ont un niveau phréatique très superficiel.

56 *taux d'infiltration*

Le taux d'infiltration de base, en cm/h, est indiqué suivant les 7 catégories suivantes (BAI, 1991).

V	très lent	< 0,1 cm h^{-1}
S	lent	0,1-0,5 cm h^{-1}
D	modérément lent	0,5-2,0 cm h^{-1}
M	modéré	2,0-6,0 cm h^{-1}
R	rapide	6,0-12,5 cm h^{-1}
Y	très rapide	12,5-25,0 cm h^{-1}
E	extrêmement rapide	≥ 25 cm h^{-1}

57 *matière organique en surface*

Toute litière ou toute autre matière organique en surface sera décrite suivant l'épaisseur (en cm) et le degré de décomposition (Soil Survey Staff, 1975).

F	fibrique	matière organique faiblement décomposée (teneur en fibres > aux 2/3 du volume).
H	hémique	degré de décomposition intermédiaire entre fibrique et saprique (teneur en fibres comprise entre 1/6 et 2/3 du volume).
S	saprique	matériau organique très décomposé (teneur en fibres < au 1/6 du volume).

58 *classification*

Caractérisation du profil suivant la légende révisée de la Carte Mondiale des Sols FAO-Unesco (FAO, 1988). Les codes tels qu'ils sont donnés dans cette publication seront entrés (voir Annexe 2, et pour description complète FAO, 1989). Là où c'est possible, la caractérisation devrait être donnée au niveau de la sous-unité.

59 *version de la classification*

L'année de publication de la version de la légende de la FAO utilisée pour la caractérisation.

60 *classification nationale*

La classification nationale originelle du profil représentatif si elle est différente du point 58. Jusqu'à 12 caractères sont autorisés.

61 *Soil Taxonomy*

Seule la classification de la Soil Taxonomy (pour les codes, voir Soil Survey Staff, 1994 ou FAO, 1989) pour les profils représentatifs est indiquée dans la base de données nationale ou un rapport pertinent est donné. Aucune entrée ne sera faite pour les profils de sols qui n'ont pas été classifiés à l'origine suivant la Soil Taxonomy.

62 *phase*

Tout facteur potentiellement limitant en relation avec les caractéristiques superficielles ou subsuperficielles du terrain et qui n'est pas déjà spécifiquement décrit dans le profil du sol, ne peut constituer une phase (voir FAO, 1989). L'encodage des phases couramment utilisées par la FAO est donné dans la base de données sur les sols de la FAO-ISRIC (FAO, 1989). Une note doit être faite sur le code pour de nouvelles phases reconnues.

DONNÉES SUR LES HORIZONS

Cette section fournit les attributs des différents horizons qui ont été différenciés dans le profil du sol représentatif. En général, pas plus de 5 horizons sont décrits. Les attributs indispensables doivent toujours être complétés. Si ces données ne sont pas disponibles, des estimations d'expert sont nécessaires. Les estimations d'expert sont également autorisées pour les attributs optionnels. Les données mesurées sont entrées comme une valeur réelle du profil représentatif et comme valeurs maximales et minimales provenant de tous les profils de référence du composant de sols. Les attributs indispensables sont inscrits à la fois dans le tableau 1 et dans le texte.

63 *ID du profil* (indispensable)

Idem que l'ID du profil dans la section Composants des sols et Profil.

64 *numéro de l'horizon* (indispensable)

Des numéros consécutifs, en partant de l'horizon de surface, sont octroyés à chaque horizon.

65 *horizon diagnostique* (indispensable)

Les descriptions sont reprises de la légende révisée de la Carte Mondiale des Sols FAO-Unesco (FAO, 1988). Pour des définitions plus précises se rapporter à cette publication.

HI histique — Horizon qui a plus de 20 cm mais moins de 40 cm d'épaisseur. Il peut cependant avoir entre 40 et 60 cm d'épaisseur s'il a 75% ou plus, en volume, de fibres de sphaignes ou si sa densité apparente, à l'état humide, est inférieure à 0,1 kg dm^{-3}. Une couche de surface inférieure

à 25 cm d'épaisseur peut être qualifiée d'horizon histique si, après avoir été mélangée jusqu'à une profondeur de 25 cm, elle contient au moins 16% de carbone organique et si la fraction minérale contient plus de 60% d'argile, ou au moins 8% de carbone organique pour des teneurs intermédiaires en argile.

MO mollique — Horizon A qui a les propriétés suivantes dans ses 18 premiers cm:
1) la structure du sol est suffisamment marquée pour qu'à l'état sec l'horizon ne soit, à la fois, ni massif ni dur. Le sens de massif inclut la présence de prismes grossiers de plus de 30 cm de diamètre, s'il n'existe dans ces prismes aucune structure secondaire.
2) le chroma est inférieur à 3,5 à l'état humide , la value est plus foncée que 3,5 à l'état humide et que 5,5 à l'état sec; la value est d'au moins une unité plus foncée que celle du C (à l'état humide comme à l'état sec). S'il n'y a pas d'horizon C, la comparaison doit être faite avec l'horizon immédiatement sous-jacent à l'horizon A. S'il y a plus de 40% de calcaire finement divisé, on ne tient plus compte des unités de la value à l'état sec; à l'état humide, la value ne doit pas dépasser 5.
3) le taux de saturation en bases (par l'acétate d'ammonium) est d'au moins 50%.
4) la teneur en carbone organique est d'au moins 0,6% dans toute l'épaisseur du sol mélangé. Il s'agit de l'épaisseur spécifiée ci-dessous. Il y a au moins un horizon pétrocalcique ou pétrogypsique ou une phase pétroferrique.

FI fimique — Couche de surface due à l'activité humaine d'au moins 50 cm d'épaisseur résultant de l'application continue de fumure organique mélangée à la terre. Si l'horizon fimique rencontre les exigences de l'horizon mollique ou umbrique, on peut l'en distinguer grâce à sa teneur en P_2O_5 extractible à l'acide qui dépasse 250 $mg.kg^{-1}$ dans l'acide citrique à 1%. Il correspond aux épipédons de plaggen et anthropique de la Soil Taxonomy.

UM umbrique — Comparable à l'horizon mollique en ce qui concerne la couleur, les teneurs en carbone organique et phosphore, la consistance, la structure et l'épaisseur. Cependant, la saturation en bases est inférieure à 50%.

OC ochrique — L'horizon est de couleur trop claire, a un chroma trop élevé et contient trop peu de carbone organique, ou est trop mince pour être mollique ou umbrique, ou est à la fois dur et massif à l'état sec. Des matériaux finement stratifiés ne peuvent être considérés comme horizon ochrique; c'est le cas des couches superficielles de dépôts alluviaux récents.

AR argique — Horizon subsuperficiel dont la teneur en argile est nettement supérieure à celle de l'horizon sus-jacent. La différence peut être due à une accumulation illuviale d'argile ou à la destruction de l'argile dans l'horizon de surface ou à une érosion superficielle sélective de l'argile ou à une activité biologique ou à la combinaison de deux ou plusieurs de ces différents processus. La sédimentation en surface de

matériaux plus grossiers que les matériaux de l'horizon subsuperficiel peut augmenter la différenciation texturale pédogénétique. Cependant, une simple discontinuité lithologique, telle qu'on peut l'observer dans des dépôts alluviaux, ne peut être considérée comme un horizon argique. Lorsqu'un horizon argique est formé par illuviation d'argile, on peut trouver des films d'argile sur la surface des peds, dans les fissures, dans les pores et dans les canaux. La texture peut être celle d'un horizon sableux ou plus fine avec moins de 8% d'argile.

NA natrique — Horizon argique qui a:
1) une structure en colonnes ou prismatique dans une certaine partie de l'horizon ou une structure polyédrique avec pénétration de langues dans un horizon éluvial et dans lequel il y a des grains de limon ou de sable non revêtus s'étendant sur plus de 2,5 cm dans l'horizon.
2) un taux de sodium échangeable supérieur à 15% dans les 40 premiers cm de l'horizon; ou plus de magnésium et sodium échangeables que de calcium et d'acidité d'échange dans les 40 premiers cm de l'horizon si la saturation en sodium échangeable est supérieure à 15% dans un sous-horizon quelconque situé dans les 200 premiers cm du sol.

CB cambique — Horizon d'altération qui ne possède plus les propriétés requises pour un horizon argique, natrique ou spodique; qui n'a pas les couleurs foncées, la teneur en matière organique et la structure de l'horizon histique ou des horizons mollique et umbrique. La texture est celle d'un loam sableux ou plus fine avec au moins 8% d'argile; l'épaisseur est d'au moins 15 cm et sa base doit se trouver à 25 cm ou plus de la surface; la structure du sol est au moins modérément développée ou la structure de roche est absente dans la moitié au moins du volume de l'horizon; la CEC est supérieure à 160 $mmol_c$ kg^{-1} d'argile ou la teneur en minéraux altérables dans la fraction 0,050 à 0,200 mm est égale ou supérieure à 10%; l'horizon montre une altération sous les formes suivantes a) chroma plus fort, hue plus rouge ou teneur en argile plus élevée que dans l'horizon sous-jacent, ou b) signes de déplacement de carbonates, ou c) s'il n'y a pas de carbonates dans le matériau originel et dans la poussière qui tombe sur le sol, les exigences concernant l'altération sont satisfaites par la présence d'une structure de sol et l'absence d'une structure de roche dans plus de 50% de l'horizon; il n'y a pas de cimentation, d'induration ou de consistance fragile à l'état humide.

SP spodique — Un horizon spodique rencontre une ou plusieurs des exigences suivantes à une profondeur supérieure à 12,5 cm:
1) un sous-horizon de plus de 2,5 cm d'épaisseur continuellement cimenté par une combinaison de matière organique et de fer et/ou d'aluminium.
2) une texture sableuse ou loameuse grossière avec petits agglomérats sombres distincts de la dimension du limon ou plus gros ou avec des grains de sable couverts de revêtements craquelés formés de matière organique et d'aluminium avec ou sans fer.

3) un ou plusieurs sous-horizons dans lesquels a) s'il y a 0,1% ou plus de fer extractible le rapport somme fer plus Al extractibles par le pyrophosphate à pH 10/% d'argile est égal ou supérieur à 0,2, ou s'il y a moins de 0,1% de fer extractible, le rapport somme de l'Al plus le carbone organique/ argile est égal ou supérieur à 0,2; et b) la somme Fe +Al extractibles par le pyrophosphate est égale ou supérieure à la somme Fe+Al extractibles par le citrate-dithionite; et c) l'épaisseur est telle que l'indice d'accumulation de substances amorphes dans les sous-horizons qui répondent aux conditions ci-dessus est égal ou supérieur à 65. Cet indice est calculé en soustrayant la moitié du % d'agile de la CEC à pH 8,2 exprimée en $mmol_c$ kg^{-1} d'argile et en multipliant le reste par l'épaisseur du sous-horizon en cm. Les résultats de tous les sous-horizons sont ensuite additionnés.

FA ferralique — L'horizon ferralique a la texture d'un loam sableux ou plus fine contenant au moins 8% d'argile; il a au moins 30 cm d'épaisseur; il a une CEC égale ou supérieure à 160 $mmol_c$ kg^{-1} d'argile ou une CEC effective égale ou supérieure à 120 $mmol_c$ kg^{-1} d'argile (somme des bases échangeables par l'acétate d'ammonium + l'acidité d'échange par KCl 1M); il a moins de 10% de minéraux altérables dans la fraction 0,050 à 0,200 mm; il a moins de 10% d'argile dispersable dans l'eau; il a un rapport limon/argile égal ou inférieur à 0,2; il n'a pas de caractères andiques; il a moins de 5% en volume présentant une structure de roche.

CA calcique — Horizon d'accumulation de carbonate de calcium. L'horizon est enrichi en calcium secondaire sur une épaisseur égale ou supérieure à 15 cm, a une teneur en carbonate de calcium d'au moins 15% et au moins 5% en plus qu'un horizon plus profond. Cette dernière condition s'exprime en volume si les carbonates secondaires dans l'horizon calcique se présentent sous forme de barbes sur des fragments grossiers ou sous forme de concrétions ou de poudre tendre. Si un tel horizon calcique repose sur des matériaux très calcaires (40% ou plus d'équivalent carbonate de calcium), le pourcentage de carbonates ne doit pas décroître avec la profondeur.

PC pétro-calcique — Horizon calcique continu cimenté ou induré,cimenté pardu carbonate de calcium et localement par du carbonate de calcium et un peu de magnésium. Accessoirement, il peut y avoir de la silice. L'horizon pétrocalcique est cimenté de façon continue au point que des fragments secs ne se délitent pas dans l'eau et que les racines ne peuvent le pénétrer. Il est massif ou lamellaire, extrêmement dur à l'état sec au point que la bêche ou la tarière ne peuvent s'y enfoncer, et très ferme à extrêmement ferme à l'état humide. Les pores non capillaires sont remplis; la conductivité hydraulique va de modérément lente à très lente. Il a généralement plus de 10 cm d'épaisseur.

GY gypsique — L'horizon gypsique est enrichi en sulfate de calcium ($CaSO_4.2H_2O$),qui a plus de 15 cm d'épaisseur, a au moins 5% de

gypse en plus que l'horizon sous-jacent et le produit de son épaisseur (en cm) par le % de gypse est égal ou supérieur à 150.

PG pétro-gypsique — Horizon gypsique tellement cimenté par du gypse que des fragments secs ne se délitent pas dans l'eau et que les racines ne peuvent le pénétrer. La teneur en gypse dépasse généralement 60%.

SU sulfurique — L'horizon sulfurique se forme à la suite d'un drainage artificiel et d'une oxydation de matériaux minéraux ou organiques riches en sulfures. Il a au moins 15 cm d'épaisseur et se caractérise par un pH(H_2O) inférieur à 3,5. Il a généralement des taches de jarosite d'un hue de 2,5Y ou davantage et d'un chroma d'au moins 6.

AL albique — L'argile et les oxydes de fer ont été déplacés ou les oxydes se sont individualisés au point que la couleur de l'horizon est déterminée par la couleur des particules primaires de sable et de limon plutôt que par des revêtements sur ces particules. Un horizon albique a une value, à l'état humide, égale ou supérieure à 4 ou, à l'état sec, égale ou supérieure à 5, ou les deux. Si la value, à l'état sec, est de 7 ou plus, ou, à l'état humide, de 6 ou plus, le chroma est tout au plus de 3. Si la value, à l'état sec, est de 5 ou 6 ou, à l'état humide, de 4 ou 5, le chroma est plus proche de 2 que de 3. Si les matériaux originels ont un hue de 5YR ou plus rouge, un chroma, à l'état humide, de 3 est possible dans l'horizon albique si le chroma est dû à la couleur des grains de limon ou de sable non revêtus.

66 *caractère diagnostique* (indispensable)

Caractères diagnostiques (FAO, 1988)

TC changement textural brusque — Augmentation de la teneur en argile entre deux couches sur une distance inférieure à 5 cm et dont la couche inférieure présente une teneur en argile deux fois plus importante que celle de la couche supérieure si cette dernière contient moins de 20% d'argile ou une augmentation de 20% ou plus si cette dernière contient au moins 20% d'argile.

AD caractères andiques — Matériaux de sols qui présentent une ou plusieurs des exigences suivants:
1) la teneur en Al extractible par l'oxalate acide plus la 1/2 du fer extractible par l'oxalate acide est d'au moins 2,0% dans la fraction terre fine; la densité apparente de la fraction terre fine mesurée sur le terrain à l'état humide est égale ou inférieure à 0,9 kg dm^{-3}; la rétention des phosphates est supérieure à 50%.
2) plus de 60% en volume du sol entier sont constitués de matériaux volcanoclastiques de diamètre supérieur à 2 mm; la teneur en Al extractible par l'oxalate acide plus la 1/2 du fer extractible par l'oxalate acide est d'au moins 0,40% dans la fraction terre fine.
3) la fraction 0,02 à 2,0 mm comprend au moins 30% de la fraction terre fine et répond à l'un des critères suivants: a) si la fraction terre fine contient 0,40% ou moins d'Al extractible par l'oxalate acide plus

la 1/2 du fer extractible par l'oxalate acide, on doit trouver au moins 30% de verres volcaniques dans la fraction 0,02 à 2,0 mm; ou b) si la fraction terre fine contient 2,0 % ou plus d'Al extractible par l'oxalate acide plus la 1/2 du fer extractible par l'oxalate acide, on doit trouver au moins 5% de verres volcaniques dans la fraction 0,02 à 2,0 mm; ou c) si la fraction terre fine contient entre 0,40 et 2,0% d'Al extractible par l'oxalate acide plus la 1/2 du fer extractible par l'oxalate acide, on doit trouver une teneur proportionnelle comprise entre 30 et 5% de verres volcaniques dans la fraction 0,02 à 2,0 mm.

CO calcaire — Matériau qui présente une effervescence vive à HCl à 10% ou qui contient plus de 2% d'équivalent carbonate de calcium.

CA calcarique — Sol qui est calcaire sur toute l'épaisseur comprise entre 20 et 50 cm.

RO roche dure continue — Matériau sous-jacent suffisamment cohérent et dur à l'état humide pour rendre impossible le creusement manuel à la bêche. Le matériau est continu à l'exception de quelques fentes produites sur place sans déplacement important des blocs et distantes en moyenne d'au moins 10 cm sur le plan horizontal. Le matériau considéré ici ne comprend pas les horizons sub-superficiels tels qu'un duripan, un horizon pétrocalcique ou pétrogypsique ou une phase pétroferrique.

FA caractères ferralitiques — L'expression "caractères ferralitiques" se rapporte aux Cambisols et aux Arénosols qui ont une CEC inférieure à 24 cmol kg^{-1} d'argile ou inférieure à 40 cmol kg^{-1} de sol, au moins dans un sous-horizon quelconque ou dans l'horizon immédiatement sous-jacent à l'horizon A.

FI caractères ferriques — Nombreuses grandes panachures avec des hues plus rouges que 7,5YR ou des chroma supérieurs à 5, ou les deux; nodules isolés ayant jusqu'à 2 cm de diamètre dont l'extérieur est enrichi et faiblement cimenté ou induré par du Fe et possédant des hues plus rouges ou des chromas plus élevés que l'intérieur (Luvisols, Lixisols et Acrisols).

FL caractères fluviques — Sédiments fluviatiles, marins ou lacustres qui reçoivent des matériaux frais à intervalles réguliers et qui, à l'exclusion de matériaux endigués, ont une ou les deux propriétés suivantes: 1) une teneur en carbone organique qui décroît irrégulièrement en profondeur ou reste supérieure à 0,20% jusqu'à une profondeur de 125 cm. De fines strates de sable peuvent avoir une teneur inférieure pourvu que les sédiments plus fins sous-jacents aient une teneur suffisante, à l'exclusion des horizons enfouis; 2)une stratification dans 25% au moins du sol entre la surface et 125 cm de profondeur.

GE caractères gériques — Matériaux qui ont : soit 1) 1,5 $cmol_c$ kg^{-1} d'argile ou moins de bases échangeables (Ca, Mg, K, Na) plus l'acidité d'échange dans KCl 1M

non tamponné; soit 2) un delta pH (pH KCl - pH H_2O) égal ou supérieur à + 0,1.

GL caractères gleyiques et stagniques
Matériaux des sols saturés en eau au cours de certaines périodes de l'année ou tout au long de celle-ci, la plupart des années et qui manifestent des processus évidents de réduction ou une réduction associée à une ségrégation du fer.

GY gypsifère
Matériau qui contient au moins 5% de gypse.

IN inter-digitations
Pénétrationsd'un horizon albique dans horizon argique ou natrique le long des faces des peds et plus spécialement des faces verticales. Ces pénétrations ne sont pas suffisamment larges pour constituer des langues mais forment des squelettanes continus (revêtements des peds du sable et du limon délavés de plus d'1 mm d'épaisseur sur les faces verticales des peds).

NI caractères nitiques
Matériau qui a au moins 30% d'argile dont la structure polyédrique angulaire modérément à fortement développée se débite facilement en éléments plats à angles nets ("polyédrique" ou "nuciforme"). Ces éléments montrent des faces de peds brillantes qui sont soit des revêtements argileux soit des faces de pression. Cette structure de sol est apparemment associée à la présence de quantités importantes d'oxydes de fer actifs et est l'indice d'une réserve en eau très importante et de propriétés favorables de sorption-désorption des phosphates.

OR matériaux organiques
Les matériaux organiques: 1) sont saturés en eau pendant de longues périodes ou sont artificiellement drainés et, à l'exclusion des racines vivantes,: a) ont 18% ou plus de carbone organique si la fraction minérale contient au moins 60% d'argile, b) ont 12% ou plus de carbone organique si la fraction minérale ne contient pas d'argile, ou c) ont une teneur en carbone organique proportionnelle comprise entre 12 et 18% si la teneur en argile de la fraction minérale est inférieure à 60%; ou 2) ne sont jamais saturés en eau plus de quelques jours et contiennent au moins 20% de carbone organique.

PE permagel
Le permagel est une couche dans laquelle la température est égale ou inférieure à 0°C pendant toute l'année.

PL plinthite
La plinthite est un mélange d'argile et de quartz et autres constituants, riche en fer et pauvre en humus. Elle se présente ordinairement sous forme de panachures rouges, formant généralement des arrangements feuilletés, polygonaux ou réticulés, et qui se transforme irréversiblement en un horizon induré ou en agrégats irréguliers sous l'effet d'une alternance répétée d'humidité et de sécheresse. Dans un sol à l'état humide, la plinthite est d'ordinaire ferme mais on peut la couper à la bêche. Lorsqu'il s'est durcit irréversiblement, le matériau n'est plus considéré comme plinthite mais il constitue une phase pétroferrique ou squelettique.

SA	caractères saliques	La conductivité électrique de l'extrait de saturation est supérieure à 15 dS m^{-1} dans les 30 premiers cm du sol ou supérieure à 4 dS m^{-1} dans les 30 premiers cm du sol si le pH (H_2O) dépasse 8,5.
SI	faces de glissement	Les faces de glissement sont des surfaces polies et striées qui résultent du glissement d'une masse sur une autre. Certaines d'entre elles se trouvent à la base d'une surface lisse quand une masse de sol glisse vers le bas sur une pente relativement forte. Les faces de glissement sont très fréquentes dans les argiles gonflantes soumises à d'importantes variations saisonnières de la teneur en eau.
SM	toucher onctueux	Matériau thixotropique; sous l'influence d'une pression ou d'un frottement, il passe de l'état solide et plastique à l'état liquéfié pour revenir ensuite à l'état solide. A l'état liquéfié, le matériau est glissant et onctueux entre les doigts (Andosols).
SO	caractères sodiques	La saturation du complexe d'échange est d'au moins 15% en sodium échangeable ou d'au moins 50% en sodium plus magnésium échangeables.
SL	calcaire pulvérulent tendre	Calcaire authigène qui a migré, qui est suffisamment tendre pour que l'ongle le raie facilement et qui a été précipité sur place à partir d'une solution du sol au lieu de provenir d'un matériau originel. Il doit être présent en accumulation importante (revêtements sur les pores ou sur les peds).
HU	fortement humique	Matériau qui contient plus de 14 g de carbone organique kg^{-1} de terre fine comme moyenne pondérale sur une épaisseur de 100 cm depuis la surface du sol. Cette teneur suppose une densité apparente de 1,5 kg dm^{-3}.
SU	matériaux sulfidiques	Les matériaux sulfidiques sont des matériaux de sols organiques ou minéraux saturés en eau, qui contiennent 0,75% ou plus de soufre (en poids sec), le plus souvent sous forme de sulfures, qui ont une teneur en équivalent carbonate de calcium inférieure à trois fois celle du soufre et dont le pH est supérieur à 3,5. Les matériaux sulfidiques s'accumulent dans un sol continuellement saturé et ayant un pH supérieur à 3,5, généralement par de l'eau saumâtre. Si le sol est drainé, les sulfures s'oxydent en formant de l'acide sulfurique. Le pH qui est normalement proche de la neutralité avant drainage, tombe en dessous de 3,5. A ce moment, ces matériaux forment un horizon sulfurique. Le matériau sulfurique diffère de l'horizon sulfurique par le fait de ses conditions réductrices, de son pH et parce qu'il ne présente pas de panachures de jarosite d'un hue de 2,5YR ou plus et d'un chroma égal ou supérieur à 6.
TO	pénétration de langues	Pénétration d'un horizon albique dans un horizon argique le long des faces des peds si ceux-ci existent. Ces langues doivent être plus profondes que larges, avoir des dimensions horizontales d'au moins 5 mm dans les horizons argiques à texture fine (argile, argile limoneuse et argile sableuse), d'au moins 10 mm dans les horizons argiques à

texture moyennement fine et d'au moins 15 cm dans les horizons argiques à texture moyenne ou plus grossière (loams limoneux, loams et loams sableux) et doivent occuper plus de 15% de la masse de la partie supérieure de l'horizon argique.

VE caractères vertiques — Concernent les sols argileux qui, à une certaine période de la plupart des années, présentent une ou plusieurs des propriétés suivantes: des fentes de retrait, des faces de glissement, des agrégats à structure en fuseaux ou en parallélépipèdes. Ces propriétés ne sont pas combinées ou ne sont pas suffisamment exprimées pour qu'on puisse qualifier ces sols de Vertisols.

WM minéraux altérables — Les minéraux considérés comme altérables sont caractérisés par leur instabilité en climat humide par rapport à d'autres minéraux tels que le quartz et les argiles phylliteuses 1:1. Lorsqu'ils s'altèrent, ils libèrent des éléments nutritifs pour les plantes ainsi que du fer et de l'aluminium. Ils comprennent: 1) les minéraux argileux: toutes les argiles phylliteuses 2:1 à l'exception de la chlorite aluminique interstratifiée. La sépiolite, le talc et la glauconite sont également inclus dans ce groupe de minéraux altérables bien que leur dimension ne soit pas toujours celle de l'argile. 2) les minéraux de la granulométrie du limon et du sable: feldspaths, feldspathoïdes, minéraux ferro-magnésiens, verres, micas et zéolites.

67 *désignation des horizons*

Horizons principaux avec leurs caractéristiques secondaires suivant les règles données ci-dessous (pour plus de détails, voir FAO, 1994).

Horizons principaux

H Horizon/couche H. Couche dominée par des matériaux organiques formés par accumulation de matière organique (partiellement) ou non décomposée déposée en surface qui peut être sous eau. Tous les horizons H sont saturés en eau pendant des périodes prolongées ou furent autrefois saturés mais sont maintenant artificiellement drainés. Un horizon H peut se trouver au sommet de sols minéraux ou à une certaine profondeur sous la surface s'il est enfoui.

O Horizon/couche O. Couche dominée par des matériaux organiques consistant en litière (partiellement) non décomposée, telle que feuilles, brindilles, mousses, etc., qui s'est accumulée en surface. Ces couches peuvent se trouver au sommet de sols minéraux ou organiques. Un horizon O n'est pas saturé en eau pendant des périodes prolongées. La fraction minérale d'un tel matériau ne représente qu'un faible pourcentage du volume et généralement beaucoup moins que la moitié du poids. Un horizon O peut se trouver à la surface d'un sol minéral ou à une certaine profondeur sous la surface s'il est enfoui.

A Horizon A. Horizon minéral formé en surface ou sous un horizon O et dans lequel la structure originelle de la roche a entièrement ou presqu'entièrement disparu. L'horizon A est caractérisé par une ou plusieurs des propriétés suivantes:
- une accumulation de matière organique humifiée intimement mélangée aux

fractions minérales et ne manifestant pas les propriétés caractéristiques d'un horizon E (voir ci-dessous);
- des propriétés résultant de la culture, du pâturage ou de types semblables de perturbation; ou
- une morphologie différente des horizons B ou C sous-jacents, résultant de processus rattachés à la surface (exemple les Vertisols).

E Horizon E. Horizon minéral dans lequel le caractère principal est la perte d'argile silicatée, de fer, d'aluminium ou d'une combinaison de ces éléments, aboutissant à une concentration de particules de sable et de limon et dans lequel la structure originelle de la roche est entièrement ou presqu'entièrement effacée.

Un horizon E se différencie le plus généralement d'un horizon B sous-jacent par une couleur de value plus élevée ou de chroma plus faible, ou les deux; par une texture plus grossière ou par la combinaison de ces propriétés. Bien qu'un horizon E soit en général proche de la surface sous un horizon O ou A et au dessus d'un horizon B, le symbole E peut être utilisé sans tenir compte de la position dans le profil pour tout horizon qui rencontre ces exigences et qui est le résultat d'une pédogenèse.

B Horizon B. Un horizon B s'est formé sous un horizon A, E, O ou H et dans lequel les caractères dominants sont la perte entière ou presqu'entière de la structure originelle de la roche, associée à une des propriétés suivantes ou à leur combinaison:
- concentration illuviale, seule ou en combinaison, d'argile silicatée, de fer, d'aluminium, d'humus de carbonates, de gypse ou de silice;
- signes de déplacement des carbonates;
- concentration résiduelle de sesquioxydes;
- revêtements de sesquioxydes qui font que l'horizon a manifestement une value plus faible, un chroma plus élevé ou un hue plus rouge que les horizons sus- et sous-jacents sans illuviation apparente de fer;
- altération qui engendre des argiles silicatées ou libère des oxydes, ou les deux, et qui forme une structure granulaire, polyédrique ou prismatique si le changement de volume s'accompagne d'un changement de la teneur en eau, ou
- fragilité.

Les couches qui sont gleyifiées mais qui n'ont pas d'autres changements pédogénétiques ne sont pas considérées comme horizon B.

C Horizon/couche C. Horizon ou couche, à l'exclusion de roches dure en place qui est peu affecté par des processus pédogénétiques et qui n'a pas les propriétés des horizons H, O, A, E ou B. La plupart sont des sols minéraux mais on y inclut certaines roches siliceuses ou calcaires (par exemple, les coquillages, les coraux et les terres à diatomées). Les sédiments, le saprolite et la roche en place non consolidée et tout autre matériau géologique qui se délitent généralement dans les 24 heures y sont inclus. Certains sols formés dans un matériau fortement altéré sont considérés comme horizon C s'ils ne rencontrent pas les conditions requises pour un horizon A, E ou B.

R Couche R. Roche dure en place sous-jacente au sol. De gros morceaux d'une couche R séchés à l'air ne se délitent pas dans l'eau dans les 24 heures.

Caractères secondaires

Distinctions et caractères secondaires dans les horizons principaux sont indiqués par des lettres minuscules sous forme de suffixes. Les caractères secondaires suivants peuvent être utilisés (voir FAO, 1994 pour plus de détails).

b horizon génétique enfoui

c concrétions ou nodules

f sol gelé

g forte gleyification

h accumulation de matière organique

j taches de jarosite

k accumulation de carbonates

m cimentation ou induration

n accumulation de sodium

o accumulation résiduelle de sesquioxydes

p labour ou autre perturbation

q accumulation de silice

r forte réduction

s accumulation illuviale de sesquioxydes

t accumulation d'argile silicatée

v présence de plinthite

w développement de couleur ou de structure

x fragipan

y accumulation de gypse

z accumulation de sels plus solubles que le gypse

68 *profondeur inférieure* (indispensable)

Profondeur moyenne de la limite inférieure en cm (limite supérieure dans le cas d'un horizon O).

69 *netteté de la transition*

Caractère abrupte de la limite de l'horizon vers l'horizon sous-jacent (FAO, 1994).

A	abrupte	0-2 cm
C	claire	2-5 cm
G	graduelle	5-15 cm
D	diffuse	≥ 15 cm

70 *couleur à l'état humide* (indispensable)

Les couleurs Munsell (sol à l'état humide) doivent être données. Seuls des values et des chromas donnés en nombre entier ont acceptés.

71 *couleur à l'état sec*

Les couleurs Munsell (sol à l'état sec) peuvent être données. Seuls des values et des chromas donnés en nombre entier sont acceptés.

STRUCTURE

Le grade, la dimension et le type de structure, définis suivant la FAO (1994) sont décrits aux paragraphes 72-74.

72 *grade de la structure*

N	sans structure	agrégation non observable ou aucun arrangement ordonné des plans naturels de séparation (structure massive ou particulaire)
W	faible	sol avec peds confusément et imparfaitement formés qui sont à peine observables à certains endroits même si le sol est sec; le matériau se brise en un mélange de très peu de peds entiers, beaucoup de peds brisés et surtout un matériau apédal
M	modérée	sol avec peds distincts bien formés résistants et nets dans un sol non perturbé produisant de nombreux peds entiers, quelques peds brisés et peu de matériau apédal
S	forte	sol avec peds résistants clairement observables dans un sol non perturbé (sec). Le sol se brise principalement en peds entiers.

73 *dimension des éléments structuraux*

TABLEAU 4
Classes de dimension des éléments structuraux de différents types (Soil Survey Staff, 1951; FAO, 1994)

Classes de dimension		Dimensions des éléments structuraux (mm)				
		lamellaire	prismatique/ en colonnes	polyédrique	granulaire	grumeleuse
V	très fine	< 1	< 10	< 5	< 1	<1
F	fine	1- 2	10 - 20	5 - 10	1- 2	1-2
M	moyenne	2- 5	20 - 50	10 - 20	2- 5	2-5
C	grossière	5-10	50 -100	20 - 50	5-10	
X	très grossière	>10	> 100	> 50	> 10	

74 *type de structure* (indispensable)

P	lamellaire	particules organisées suivant un plan généralement horizontal
R	prismatique	prismes sans calottes arrondies
C	en colonnes	prismes avec calottes arrondies
A	polyédrique angulaire	faces limitées par des intersections présentant des angles en grande partie nets
S	polyédrique subangulaire	mélange de faces arrondies et planes avec sommets le plus souvent arrondis
G	granulaire	faces sphéroïdes ou polyédriques,relativement non poreuse
B	grumeleuse	faces sphéroïdes ou polyédriques, poreuse
M	massive	sans structure
N	particulaire	sans structure, grains individuels
W	en fuseaux	structure dans les horizons avec faces de glissement

FRAGMENTS GROSSIERS

La présence dans l'horizon de tout fragment de roches ou de minéraux est décrite aux paragraphes 75 et 76.

75 *abondance* (indispensable)

Classes de pourcentage en volume de fragments de roches ou de minéraux (> 2 mm) dans la matrice du sol (FAO, 1994).

N aucun 0%

V très peu 0-2%

F peu 2-5%

C communs 5-15%

M nombreux 15-40%

A abondants 40-80%

D dominants ≥ 80%

76 *dimension des fragments grossiers*

Classes de dimension des fragments de roches et de minéraux dominants (FAO, 1994).

V très fins < 2 mm

F fins 2-6 mm

M moyens 6-20 mm

C grossiers ≥ 20 mm

77 *sable très grossier*

Pourcentage pondéral des particules comprises entre 2,0 et 1,0 mm dans la fraction terre fine.

78 *sable grossier*

Pourcentage pondéral des particules comprises entre 1,0 et 0,5 mm dans la fraction terre fine.

79 *sable moyen*

Pourcentage pondéral des particules comprises entre 0,5 et 0,25 mm dans la fraction terre fine.

80 *sable fin*

Pourcentage pondéral des particules comprises entre 0,25 et 0,10 mm dans la fraction terre fine.

81 *sable très fin*

Pourcentage pondéral des particules comprises entre 0,10 et 0,05 mm dans la fraction terre fine.

82 *sable total* (indispensable)

Pourcentage pondéral des particules comprises entre 2,0 et 0,5 mm dans la fraction terre fine. La fraction sable total représente soit une valeur absolue soit la somme des sous-fractions.

83 *limon* (indispensable)

Pourcentage pondéral des particules comprises entre 0,05 et 0,002 mm dans la fraction terre fine.

84 *argile* (indispensable)

Pourcentage pondéral des particules < à 0,002 mm dans la fraction terre fine.

85 *classe granulométrique*

Classe granulométrique telle qu'elle provient, avec l'aide de la figure 11, des résultats de l'analyse granulométrique.

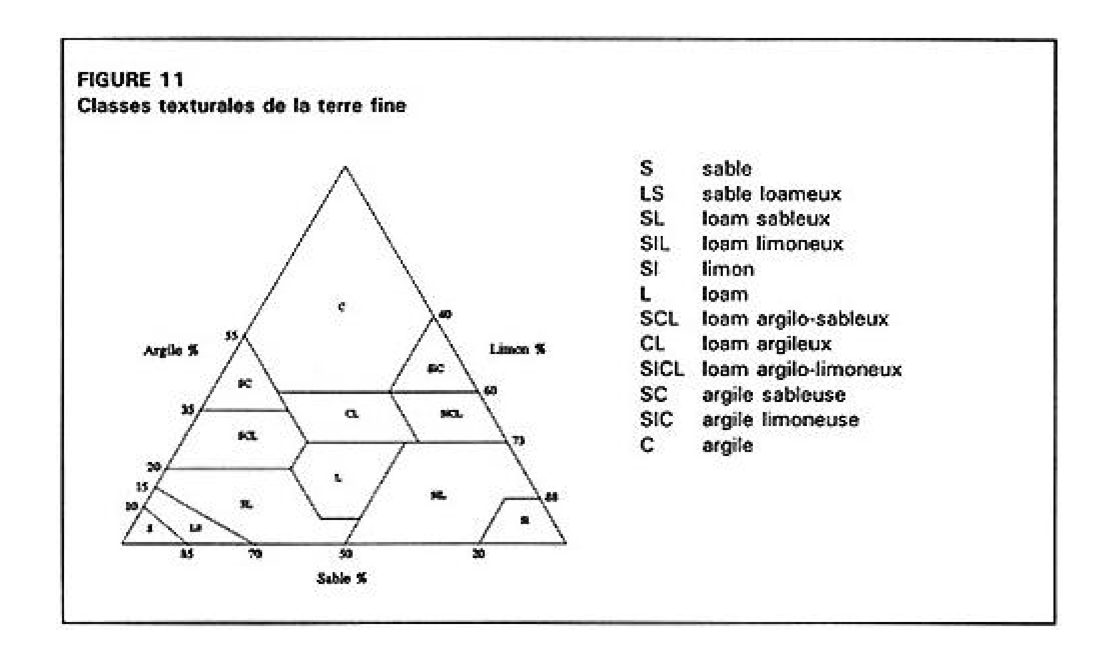


FIGURE 11
Classes texturales de la terre fine

86 *densité apparente* (indispensable)

Densité apparente en kg dm^{-3}.

87 *teneur en eau à différentes tensions*

La base de données accepte la teneur en eau (%) à 5 tensions différentes dont une correspond à la teneur en eau à la capacité au champ (-33 KPa) et une autre au point de flétrissement (-1.500 KPa).

Par exemple:

KPa	-33	-98	-300	-510	-1.500
% d'eau du sol	41	22	17	12	09

88 *conductivité hydraulique*

Conductivité hydraulique à l'état saturé en cm h^{-1}.

89 *taux d'infiltration*

Taux d'infiltration de base en cm h^{-1}.

90 *pH (H_2O)* (indispensable)

Le pH est déterminé dans la suspension surnageante d'un mélange sol-eau 1:2,5 (indispensable).

91 *pH (KCl)*

Le pH est déterminé dans la suspension surnageante d'un mélange sol-KCl 1M 1:2,5.

92 *conductivité électrique (EC_e)*

La conductivité électrique de l'extrait de saturation, en dS m^{-1}, n'est indispensable que si le sol contient des sels.

SELS SOLUBLES

Le type et la quantité de sels solubles, uniquement quand la $EC_e \geq 4$ dS m^{-1}, sont décrits aux paragraphes 93-100.

93 *Na^+ soluble*

La quantité de Na^+ soluble de l'extrait de saturation en $cmol_c$ l^{-1} (= meq/l).

94 *Ca^{++} soluble*

La quantité de Ca^{++} soluble de l'extrait de saturation en $cmol_c$ l^{-1}.

95 *Mg^{++} soluble*

La quantité de Mg^{++} soluble de l'extrait de saturation en $cmol_c\ l^{-1}$.

96 *K^{+} soluble*

La quantité de K^{+} soluble de l'extrait de saturation en $cmol_c\ l^{-1}$.

97 *Cl^{-} soluble*

La quantité de Cl^{-} soluble de l'extrait de saturation en $cmol_c\ l^{-1}$.

98 *SO_4^{--} soluble*

La quantité de SO_4^{--} soluble de l'extrait de saturation en $cmol_c\ l^{-1}$.

99 *HCO_3^{-} soluble*

La quantité de HCO_3^{-} soluble de l'extrait de saturation en $cmol_c\ l^{-1}$.

100 *CO_3^{--} soluble*

La quantité de HCO_3^{-} soluble de l'extrait de saturation en $cmol_c\ l^{-1}$.

101 *Ca^{++} échangeable*

Ca échangeable en $cmol_c\ kg^{-1}$.

102 *Mg^{++} échangeable*

Mg échangeable en $cmol_c\ kg^{-1}$.

103 *Na^{+} échangeable*

Na échangeable en $cmol_c\ kg^{-1}$.

104 *K^{+} échangeable*

K échangeable en $cmol_c\ kg^{-1}$.

105 *Al^{+++} échangeable*

Al échangeable en $cmol_c\ kg^{-1}$.

106 *acidité d'échange*

Acidité d'échange déterminée dans KCl 1M, en $cmol_c\ kg^{-1}$.

107 *CEC du sol* (indispensable)

Capacité d'échange cationique du sol à pH 7, en $cmol_c\ kg^{-1}$.

108 *équivalent carbonates total*

Teneur en carbonates en g kg^{-1}.

109 *gypse*

Teneur en gypse en g kg^{-1}.

110 *carbone total* (indispensable)

Teneur en carbone organique total en g kg^{-1}, caractéristique indispensable pour la couche arable (les 25 premiers cm ou l'horizon A s'il est plus épais).

111 *azote total*

Teneur en N total en g kg^{-1}.

112 P_2O_5

Teneur en P_2O_5 en g kg^{-1}.

113 *rétention des phosphates*

Rétention des phosphates en %.

114 *Fe extractible dans le dithionite*

Fraction Fe, en % du poids, extractible dans le dithionite.

115 *Fe extractible dans le pyrophosphate*

Fraction Fe, en % du poids, extractible dans le pyrophosphate à pH 10.

116 *Al extractible dans le dithionite*

Fraction Al, en % du poids, extractible dans le dithionite.

117 *Al extractible dans le pyrophosphate*

Fraction Al, en % du poids, extractible dans le pyrophosphate à pH 10.

118 *minéralogie des argiles*

Type dominant de minéral dans la fraction argile.

AL allophane

CH chloritique

IL illitique

IN interstratifiés ou mélangés

KA kaolinitique

MO montmorillonitique

SE sesquioxidique

VE vermiculitique

2[ÈME] PARTIE

UTILISATION DES TERRES ET VEGETATION

Chapitre 7

Couverture des terres

Dans SOTER, les caractéristiques de la couverture des terres (végétation et utilisation des terres) sont accumulées en deux fichiers séparés, l'un concernant les propriétés des sols,l'autre les propriétés du terrain. Les caractéristiques d'utilisation des terres et la végétation sont repris dans le tableau 5. Par opposition aux attributs plus stables des terres repris dans la première partie de ce Manuel, la couverture des terres est considérée comme une entité plus dynamique qui peut changer rapidement avec le temps. Par conséquent, il peut être nécessaire d'ajouter plus fréquemment des données plus récentes. De plus, des parties tierces "travaillent" sur les bases de données générales pour l'utilisation des terres (FAO) et sur la végétation, ou sont planifiées dans ce sens. Actuellement de telles bases de données ne sont pas disponibles mais il est nécessaire d'incorporer plus tard ces données dans SOTER.

TABLEAU 5
Attributs des fichiers utilisation des terres et végéta

UTILISATION DES TERRES	VEGETATION
1 ID de l'unité SOTER	1 ID de l'unité SOTER
2 date de l'observation	2 date de l'observation
3 utilisation de terres	3 végétation
4 proportion de l'unité SOTER	4 proportion de l'unité SOTER

Pour des utilisations interprétatives de la base de données SOTER, il est nécessaire d'avoir des données sur la couverture des terres. Un système provisoire permettant d'utiliser de telles données est mis en oeuvre pour la base de données SOTER. Dans ce système, des informations sur la couverture des terres sont données au niveau de l'unité SOTER. En agissant de la sorte, l'effort pour digitaliser des limites séparées de couverture des terres est évité et un simple lien est possible entre les données de sol et de terrain et la couverture des terres.

UTILISATION DES TERRES

Le fichier utilisation des terres ne contient que quatre attributs dont les deux premiers, à savoir l'ID de l'unité SOTER et la date de l'observation, sont les attributs clés.

1 *ID de l'unité SOTER*

Code d'identification de l'unité SOTER (voir Chapitre 6 *Terrain*).

TABLEAU 6
Hiérachie de l'utilisation des terres; ordres, groupes et systèmes d'utilisation des terres

Ordre		Groupe		Système	
S	INSTALLATIONS/ INDUSTRIE	SR	utilisation résidentielle		
		SI	utilisation industrielle		
		ST	transport		
		SC	utilisation ludique		
		SX	excavations		
A	AGRICULTURE	AA	cultures annuelles	AA1	cultures nomades
				AA2	cultures avec jachère
				AA3	prairies temporaires
				AA4	cultures arables pluviales
				AA5	riziculture inondée
				AA6	cultures irriguées
		AP	cultures pérennes	AP1	cultures non irriguées
				AP2	cultures irriguées
		AT	cultures arborescentes et arbustives	AT1	cultures arborescentes non irriguées
				AT2	cultures arborescentes irriguées
				AT3	cultures arbustives non irriguées
				AT4	cultures arbustives irriguées
H	ELEVAGE	HE	élevage extensif	HE1	nomadisme
				HE2	semi-nomadisme
				HE3	ranching
		HI	élevage intensif	HI1	production animale
				HI2	industrie laitière
F	FORESTERIE	FN	exploitation de forêt ou de forêt claire naturelle	FN1	abattage sélectif
				FN2	abattage total
		FP	plantation forestière		
M	AGRICULTURE MIXTE	MF	agro-foresterie		
		MP	agro-pastoralisme		
E	EXPLOITATION/ CAPTURE	EV	exploitation de la végétation naturelle		
		EH	chasse et pêche		
P	PROTECTION DE LA NATURE	PN	préservation de la nature et de la vie sauvage	PN1	réserves
				PN2	parcs
				PN3	gestion de la vie sauvage
		PD	maîtrise de la dégradation	PD1	sans intervention
				PD2	avec intervention
U	NON UTILISE				

2 *date de l'observation*

Date de l'observation concernant l'utilisation des terres, accumulée sous la forme MM/AAAA

3 *utilisation des terres*

Les classes d'utilisation des terres sont définies dans un système hiérarchique (Remmelzwaal, 1990). Au plus haut niveau, les classes sont subdivisées en sous-classes

et groupes sur base de type d'utilisation des terres et de la présence d'entrée et/ou sortie (produits animaux, cultures). Les codes concernant l'utilisation des terres sont donnés au tableau 6 et une description complète se trouve dans l'annexe 3.

4 *proportion de l'unité SOTER*

Proportion occupée par l'utilisation des terres dans l'unité SOTER et exprimée en %.

VÉGÉTATION

Le fichier végétation contient quatre caractéristiques dont les deux premières, à savoir l'ID de l'unité SOTER et la date de l'observation, sont les caractéristiques clés.

1 *ID de l'unité SOTER*

Code d'identification de l'unité SOTER (voir Chapitre 6.1 Terrain).

2 *date de l'observation*

Date de l'observation concernant la végétation naturelle; accumulée sous la forme MM/AAAA.

3 *végétation*

Description générale de la physionomie de la végétation naturelle actuelle (Unesco, 1973). Le tableau 7 fournit une classification hiérarchique de la végétation à appliquer au niveau de l'unité SOTER. Une description complète des classes est donnée dans l'annexe 4. La végétation naturelle doit être spécifiée au niveau de la sous-classe de formation.

4 *proportion dans l'unité SOTER*

Proportion occupée par la végétation dans l'unité SOTER et exprimée en %.

TABLEAU 7
Classes hiérarchiques de la végétation

Classe	Sous-classe	Groupe
I forêt dense	**IA** forêt surtout sempervirente	**IA1** forêt ombrophile tropicale
		IA2 forêt sempervirente saisonnière
		IA3 forêt semi-décidue tropicale et
		IA4 forêt ombrophile subtropicale
		IA5 forêt de mangrove
		IA6 forêt sempervirente ombrophile
		IA7 forêt sempervirente saisonnière

		IA8forêt sempervirente de feuillus
		IA9forêt sempervirente tropicale et
		IA10forêt sempervirente tempérée et
..	**IB**forêt surtout décidue	**IB1**forêt décidue en saison sèche
		IB2forêt décidue en saison froide avec
		IB3forêt décidue en saison froide sans
..	**IC**forêt extrêmement xéromorphe	**IC1**forêt extrêmement xéromorphe à
		IC2forêt d'épineux
		IC3forêt à dominance de succulents
II forêt claire	**IIA**forêt claire sempervirente	**IIA1**forêt claire sempervirente de feuillus
		IIA2forêt claire sempervirente de résineux
..	**IIB**forêt claire surtout décidue	**IIB1**forêt claire décidue en saison sèche
		IIB2forêt claire décidue en saison froide
		IIB3forêt claire décidue en saison froide
..	**IIC**forêt claire extrêmement	sous-divisions comme dans forêt extrêmement xéromorphe (IC)
III fruticée	**IIIA**fruticée surtout sempervirente	**IIIA1**buissons (ou fourrés) sempervirents
		IIIA2buissons (ou fourrés) sempervirents
..	**IIIB**fruticée principalement décidue	**IIIB1**fruticée décidue en saison sèche
		IIIB2fruticée décidue en saison sèche
		IIIB3fruticée décidue en saison froide
..	**IIIC**formation buissonneuse phe	**IIIC1**formation buissonnante surtout
		IIIC2formation buissonnante
IV fruticée naine et formations analogues	**IVA**fruticée surtout sempervirente	**IVA1**fourrés nains sempervirents
		IVA2buissons nains sempervirents
		IVA3mélange de fourrés nains

..	**IVB**fruticée naine surtout décidue	**IVB1**fourrés nains (ou buissons nains)
		IVB2fourrés nains (ou buissons nains)
		IVB3fourrés nains (ou buissons nains)
..	**IVC**buissons nains extrêmement	sous-divisions comme dans formation buissonneuse (subdésertique) extrêmement xéromorphe (IIIC)
..	**IVD**toundra	**IVD1**toundra surtout de bryophytes
		IVD2toundra surtout de lichens
..	**IVE**formation de tourbière à	**IVE1**tourbière élevée
		IVE2tourbière non élevée
V végétation herbacée	**VA**végétation graminoïde haute	**VA1**prairie haute avec une synusie[1]
		VA2prairie haute avec une synusie
		VA3prairie haute avec une synusie de
		VA4prairie haute avec une synusie
		VA5prairie haute à peu près dépourvue
..	**VB**prairie moyenne	**VB1**prairie moyenne avec une synusie
		VB2prairie moyenne avec une synusie

[1] Synusie: couche

		VB3prairie moyenne avec une synusie de
		VB4prairie moyenne avec une synusie
		VB5prairie moyenne à peu près
..	**VC**prairie basse	**VC1**prairie basse avec une synusie
		VC2prairie basse avec une synusie
		VC3prairie basse avec une synusie de
		VC4prairie basse avec une synusie claire
		VC5prairie basse à peu près dépourvue
		VC6prairie basse à moyenne
		VC7toundra de graminoïdes
..	**VD**végétation à forbes	**VD1**communauté de forbes hautes
		VD2communauté de forbes basses
..	**VE**végétation hydromorphe des	**VE1**communauté enracinée en eaux
		VE2communauté flottante libre des eaux

3ÈME PARTIE

FICHIERS DIVERS

Chapitre 8

Fichiers de référence

Les tableaux contenant des informations sur les matériaux d'origine utilisés pour compiler les unités SOTER, généralement les cartes de sols, les laboratoires qui analysent les échantillons de sols, les méthodes de laboratoire et les organismes responsables de la base de données nationale, sont décrits dans ce chapitre.

CARTE D'ORIGINE

Dans ce fichier, sont accumulées des information sur le type de carte, l'échelle, la localisation et la date. Comme la localisation des coordonnées X et Y maximales et minimales, le SIG peut être utilisé pour récupérer ces informations sur la carte SOTER. Il y a un lien direct (clé primaire "ID de la carte") entre le tableau de terrain et le tableau de la carte d'origine. Ces attributs sont repris dans le tableau 8.

1 *ID de la carte*

Code d'identification de la carte d'origine de laquelle proviennent les données pour la compilation des unités SOTER. Voir également l'ID de la carte au chapitre 6.1 Terrain.

2 *titre de la carte*

Dénomination du titre de la carte d'origine. Il y a de la place pour 40 caractères.

3 *année*

Année de publication de la carte d'origine

4 *échelle*

Echelle de la carte d'origine comme fraction représentative.

5 *latitude minimum*

Latitude minimum (coordonnée Y) de la carte d'origine en degrés décimaux Nord. La latitude Sud est un nombre négatif.

6 *longitude minimum*

Longitude minimum (coordonnée X) de la carte d'origine en degrés décimaux Est. La longitude Ouest est un nombre négatif.

TABLEAU 8
Attributs des tableaux connexes

CARTE D'ORIGINE	LABORATOIRE	BASE DE DONNEES DES PROFILES
1 ID de la carte	1 ID du labo	1 ID de la base de données des profiles
2 titre de la carte	2 nom de laboratoire	2 nom de l'institut
3 année		
4 échelle	METHODE DE LABORATOIRE	
5 latitude minimum		
6 longitude minimum	3 ID du labo	
7 latitude maximum	4 date	
8 longitude maximum	5 attribut	
9 type de carte d'origine	6 ID de la méthode d'analyse	
METHODE D'ANALYSE		
7 ID de la méthode d'analyse		
8 description		

7 *latitude maximum*

Latitude maximum (coordonnée Y) de la carte d'origine en degrés décimaux Nord.

8 *longitude maximum*

Longitude maximum (coordonnée X) de la carte d'origine en degrés décimaux Est.

9 *type de carte d'origine*

Type de carte d'origine:

S carte de sols simple
M carte morphopédologique (sol-paysages)
O autre carte

INFORMATIONS SUR LE LABORATOIRE

Pour chaque méthode d'analyse qui est appliquée dans un laboratoire particulier, des entrées séparées dans ces tableaux doivent être faites.

Laboratoire

1 *ID du labo*

Code d'identification du laboratoire qui a analysé le profil de référence. Un code du pays avec un numéro séquentiel est donné. Voir la liste des codes des pays en annexe 5.

2 *nom du laboratoire*

Nom complet du laboratoire (jusqu'à 40 caractères).

Méthode de laboratoire

3 *ID du labo*

Code du laboratoire (voir attribut 1, ID du labo).

4 *date*

Date à laquelle le laboratoire a introduit une méthode pour une caractéristique donnée. La forme est MM/AAAA.

5 *attribut*

Attribut de la couche du profil qui a été analysée. On utilise le code rubrique précédant l'attribut dans le tableau 1 et dans la marge.

6 *ID de la méthode d'analyse*

Code d'identification concernant la méthode d'analyse appliquée. Ce code comprend le code de l'attribut (point 5) suivi d'un nombre séquentiel.

Méthode d'analyse

7 *ID de la méthode d'analyse*

Code de la méthode (voir la caractéristique 6)

8 *description*

Description complète de la méthode d'analyse utilisée. Il y a de la place pour 256 caractères.

BASE DE DONNÉES DES PROFILS DE SOL

Des informations sur la base de données (nationale) des profils de sol qui ont été consultées pour sélectionner les données du profil SOTER peuvent être considérées comme fichier complémentaire. Le code du pays (voir annexe 5) suivi d'un numéro séquentiel est donné. On peut également indiquer le nom de l'organisme.

1 *ID de la base de données du profil*

Code d'identification concernant la personne, l'institution ou l'organisation qui détient la base de données nationale du profil du sol (ou une partie). Le code comprend le code du pays (voir annexe 4) suivi d'un numéro séquentiel.

2 *nom*

Nom (en entier) de la personne, de l'institution ou de l'organisme de la base de données du profil du sol ainsi que son adresse (jusqu'à 40 caractères).

Chapitre 9

Climat

Les données climatiques forment une partie inséparable de l'inventaire de base des ressources naturelles. Néanmoins, le climat est traité séparément de la base de données SOTER car les données climatiques ne sont pas liées directement aux unités SOTER. Les données climatiques sont uniquement basées sur des observations ponctuelles et le lien avec les informations sur les sols et le terrain existe grâce à la localisation géographique de ces points. Les fichiers SOTER concernant le climat sont faits pour avoir de nombreuses applications sur la base de données des sols et de terrain. Les données mensuelles sont considérées comme suffisantes pour la plupart des applications (à petite échelle).

A la réunion de travail sur la révision du Manuel de Procédures (ISRIC, 1990b), il fut recommandé que les données des attributs concernant la base de données SOTER du climat proviennent si possible de bases de données déjà enregistrées sur ordinateur, par exemple, OMM (CLICOM), FAO et CIAT. Les données provenant de ces bases de données peuvent être transmises par l'intermédiaire d'un interface de fichiers ASCII. Il faut faire attention aux unités de mesure.

Les données concernant les observations ponctuelles sont extraites des ensembles de données météorologiques et se répartissent en deux groupes principaux: (i) renseignements sur la station climatique, et (ii) données climatiques mensuelles.

Les fichiers repris au tableau 9 sont utilisés pour accumuler les renseignements sur la station et sur les données climatiques mensuelles ainsi que sur les sources de ces données.

STATION CLIMATIQUE

1 *ID de la station climatique*

L'ID de la station climatique est donnée par le code ISO du pays (deux caractères, comme l'indique l'annexe 5) suivi par un nombre séquentiel de quatre chiffres.

2 *nom de la station climatique*

Le nom de la station climatique est donné. On peut utiliser jusqu'à 40 caractères.

3 *latitude*

La latitude est enregistrée en degrés décimaux Nord; les latitudes dans l'hémisphère Sud sont négatives.

TABLEAU 9
Attributs de la station climatique, des données climatiques et des tableaux d'origine

STATION CLIMATIQUE	DONNEES CLIMATIQUES	SOURCE DES DONNEES
1 ID de la station climatiques	6 ID de la station climatique	25 ID de la source des données
2 nom de la station climatique	7 type de données	26 nome de la source des données
3 latitude	8 ID de la source des données	
4 longitude	9 première année	
5 altitude	10 dernière année	
	11 années	
	12 janvier	
	..	
	23 décembre	
	24 annuelle	

4 *longitude*

La longitude est enregistrée en degrés décimaux Est; les longitudes dans l'hémisphère Ouest sont négatives.

5 *altitude*

Altitude au dessus ou en dessous (négative) du niveau de la mer.

DONNÉES CLIMATIQUES

6 *ID de la station climatique*

Code de la station climatique. Voir code de la station à Station climatique.

7 *type de données*

Les différents types de données climatiques sont traités dans la section suivante.

8 *ID de l'origine*

Code d'identification de l'origine principale des données pour chaque type séparé de données. Les codes doivent être expliqués dans le fichier de l'origine des données (voir la section origine des données).

9 *première année*

Première année de la période d'observations.

10 *dernière année*

Dernière année de la période d'observations.

11 *années*

Nombres d'années d'enregistrement de la période d'observations.

12...23 *janvier à décembre*

Valeurs des données pour chaque mois pris individuellement. Valeur moyenne mensuelle des années enregistrées.

24 *annuelle*

Valeur annuelle (moyenne du total).

DIFFÉRENTES CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES

Dans cette section, les différentes caractéristiques climatiques (attribut 7: "type de données") sont réparties en quelques groupes. L'importance du type de l'attribut de données est indiquée par une lettre (I= indispensable, S= souhaitable et O= optionnelle). Lorsqu'un attribut indispensable fait défaut, la station ne devrait pas être reprise dans la base de données.

Précipitations

Les données concernant les précipitations sont enregistrées en mm. La quantité de précipitations est un attribut indispensable; si elle fait défaut, cela ne sert à rien d'inclure la station climatique dans la base de données.

RAIN	I	précipitations totales en mm
RDAY	S	nombre de jours de pluies; jours recevant au moins 1 mm de précipitations
RMAX	O	maximum de pluies en 24 heures en mm
RR75	O	fiabilité des pluies; quantité de pluies enregistrées 3 années sur 4 en mm

Température

La température est enregistrée en degrés centigrades (°C). Les températures minimale et maximale sont, toutes deux, indispensables. La température moyenne est optionnelle car elle peut être déduite des températures minimale et maximale.

TEMP	O	température moyenne au cours d'une période de 24 h
TMIN	I	température minimale au cours d'une période de 24 h
TMAX	I	température maximale au cours d'une période de 24 h

Radiation/ensoleillement

RADI	I/O	radiation totale en $MJ.m^{-2}.jour^{-1}$
SUNH	O/I	nombre d'heures d'ensoleillement réel par jour
CLOU	O	degré de nébulosité en octas

TABLEAU 10
Exemple de types variés de données climatiques enregistrées par un station climatique (Posedas, Argentine)

Stat.	SR	Data	F-YR	L-YR	Yrs	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	annuel
AR21	06	RAIN	1901	1980	80	141	148	139	146	131	127	97	99	143	189	134	149	1643
AR21	07	RDAY	1951	1980	30	9.6	9.3	9.3	8.3	8.3	9.6	9.3	9.3	11.0	10.6	7.6	8.6	110.8
AR21	01	TEMP	1951	1980	30	26.2	25.8	24.3	20.7	18.1	16.5	15.6	17.3	18.8	20.9	23.3	25.7	21.1
AR21	01	TMIN	1951	1980	30	19.7	19.4	18.2	14.8	12.5	11.5	10.0	11.0	12.8	14.7	16.5	18.8	15.0
AR21	01	TMAX	1951	1980	30	32.7	32.2	30.4	26.6	23.6	21.5	21.2	23.6	24.8	27.1	30.1	32.6	27.2
AR21	01	VAPP	1951	1980	30	24.2	24.5	32.0	19.3	17.5	15.9	14.2	14.7	16.5	18.5	19.7	21.8	19.2
AR21	01	WIND	1951	1980	30	1.5	1.7	1.5	1.5	1.7	1.7	2.0	2.0	2.0	2.0	1.7	1.7	1.8
AR21	01	PETP	1951	1980	30	149	125	105	69	45	32	41	63	74	104	138	161	1109

Humidité

Soit la pression de vapeur, soit l'humidité relative est indispensable. La pression de vapeur est préférable à l'humidité relative.

VAPP I/O pression de vapeur en mbar
HUMI O/I humidité relative moyenne au cours d'une période de 24 h en %
HMIN O humidité relative minimum au cours d'une période de 24 h en %
HMAX O humidité relative maximum au cours d'une période de 24 h en %

Vent

Vitesse du vent en m s^{-1}.

WIND S vitesse moyenne du vent à 2 m au cours d'une période de 24 h
WDAY O vitesse du vent le jour à 2 m au cours d'une période de 24 h
WNIG O vitesse du vent la nuit à 2 m au cours d'une période de 24 h
WDIR O direction des vents dominants à 2 m au cours d'une période de 24 h

Risque ou présence d'événements météorologiques défavorables

WRIS O risque ou présence d'événements météorologiques tels que orages accompagnés de grêle, ouragans et gelées nocturnes. Indiqué sur une échelle allant de 0 (jamais) à 1 (chaque année dans le mois considéré). Des valeurs intermédiaires sont utilisées si la fréquence n'est pas annuelle (pour ce mois). Par exemple, une fois tous les 5 ans au mois de mars = 0,2.

Evaporation

EPAN O évaporation d'un bassin de classe A en mm
ECOL O évaporation d'un bassin Colorado en mm
EPIC O évaporation, Piche, en mm

Evapotranspiration

Comme l'évapotranspiration est une caractéristique calculée, elle est optionnelle.

PETP	O	évapotranspiration potentielle Penman en mm
PETH	O	évapotranspiration potentielle Hargreaves en mm
PETT	O	évapotranspiration potentielle Thorntwaite en mm

CONVENTIONS COMPLÉMENTAIRES

Des données peuvent être fournies pour différentes catégories de caractéristiques climatiques:

Pour les calculs Penman, les données indispensables sont les températures minimale et maximale, l'irradiation, la pression de vapeur ou l'humidité relative, la vitesse du vent, les précipitations mensuelles et le nombre de jours de pluies.

Si des données font défaut, certains paramètres peuvent être estimés au départ d'autres:

- ☐ humidité relative et pression de vapeur peuvent être estimées l'une de l'autre
- ☐ radiation, heures d'ensoleillement et degré de nébulosité
- ☐ les températures minimale et maximale déterminent la température moyenne

SOURCE DES DONNÉES

Un fichier correspondant à la base de données climatiques existe: les sources de données. Il contient un domaine clé - à savoir l'ID du fichier des sources des données climatiques - et un attribut: le nom complet de la source (rapport publié ou nom et adresse de l'organisation météorologique qui possède l'ensemble complet des données climatiques).

25 *ID des sources*

Code d'identification de la source des données (comme le point 8)

26 *nom des sources*

Nom complet de la source qui a fournit les données climatiques.

Annexe 1

Hiérarchie des formes de paysage

Le terme forme de paysage tel qu'il est utilisé dans ce Manuel, est un paysage avec sa pente caractéristique (voir aussi Remmelzwaal, 1990). La séparation entre forme de paysage (premier et second niveaux) est par conséquent basée sur des critères morphométriques, dont le principal est le gradient de pente. L'intensité du relief est le second critère le plus important utilisé pour subdiviser le paysage. Des subdivisions de terres planes tiennent également compte de la position de la forme du paysage vis-à-vis des terres environnantes. La séparation suivante des formes de paysage selon les critères hypsométriques est différente pour chaque première forme de paysage au premier niveau (voir également le point 10). Des exceptions dans ce domaine sont annotées avec la description des formes de paysage au second niveau. La classification telle qu'elle est présentée ici a été testée au cours d'un inventaire physiographique au 1:5.000.000 en Amérique du Sud et en Afrique (Eschweiler, 1993; Wen, 1993).

FORMES DE PAYSAGE AU PREMIER NIVEAU

TERRE PLANE

Les terres planes sont les terres dont les pentes dominantes varient de 0 à 8% (0° à 4°40'). Néanmoins, l'intensité du relief est telle que la différence entre le point le plus haut et le point le plus bas dans une unité de pente est le plus souvent inférieure à 50 m.

TERRE INCLINEE

Une terre inclinée comprend toutes les formes de paysage dont les pentes dominantes varient de 8 à 30%, associées dans la plupart des cas à une intensité du relief de plus de 50 m par unité de pente. En général, une terre inclinée sera plus hétérogène en ce qui concerne sa pente qu'une terre plane.

TERRE ESCARPEE

Une terre escarpée est principalement confinée à un pays montagneux où les pentes moyennes dépassent 30% (la variabilité des gradients de pente peut être tellement grande qu'il est difficile de reconnaître une pente dominante) et l'intensité du relief est supérieure à 600 m/2 km.

TERRES AVEC FORMES DE PAYSAGE COMPOSITES

Deux formes très contrastantes de paysage qui ne sont pas séparables à l'échelle de cartographie, peuvent être combinées si elles font partie d'une forme de relief tellement marquante qu'il est possible de les délimiter à l'échelle de cartographie. Des exemples de

telles associations de formes de paysage sont les vallées constituées des flancs et du fond de vallée, et des plateaux étroits où une surface plane est entourée de terres à pente relativement escarpée. Toutes les combinaisons ne sont pas données ici et l'utilisateur peut en définir d'autres si la nécessité s'en fait sentir (par exemple, plateau profondément incisé constitué d'un plateau de vallées à gradient élevé).

FORMES DE PAYSAGE AU SECOND NIVEAU

L Terres planes

A l'exception des bas de pente à faible gradient, tous les types de terres planes qui peuvent être distingués rencontrent les mêmes critères bien qu'ils diffèrent dans leurs relations vis-à-vis des terres environnantes. Comme la limite supérieure de la pente pour des terres planes est le gradient de 8%, les zones qui ont une pente perceptible peuvent encore être considérées comme terres planes.

LP Plaines

Les plaines comprennent toutes les terres planes qui ne sont pas enfermées entre des terres s'étendant plus haut, qui ne s'adossent pas au dessus de la région environnante ou qui ne s'adossent pas en pente douce contre des terres à pente considérablement plus escarpée.

LL Plateaux

Les plateaux sont des terres qui, comparées aux paysages environnants, sont situées à des altitudes relativement élevées. Les plateaux peuvent être très étendus mais doivent toujours être bordés au moins d'un côté par une pente ou un escarpement (8% ou plus) les mettant en contact avec des terres s'étendant plus bas. De nombreux plateaux ainsi appelés sont en fait des plaines surélevées et devraient être classées comme telles.

LD Dépressions

Une dépression est une zone de terre plane qui est entourée de toute part de terres planes s'étendant plus haut ou inclinées. La zone occupée par la bande de terre inclinée formant transition entre les terrains plus élevés et le fond de la dépression est petite comparée à la zone dans laquelle la dépression est occupée par la terre plane.

LF Bas de pente à faible gradient

Les terres planes s'élevant régulièrement et aboutissant à des terres inclinées ou escarpées sont classifiées comme bas de pente à faible gradient. Ces terres émergent à l'intérieur d'autres types de terres planes, y compris les bas de pente à faible gradient qui s'élèvent dans la direction opposée. Les pédiments, les cônes de déjections alluviales (coalescents) et les formes de paysage semblables peuvent être tous considérés comme bas de pente à faible gradient. Les bas-fonds qui ont un gradient supérieur à 8% sont à considérer comme collines car de telles pentes sont généralement incisées au point qu'ils ont un caractère collinaire.

LV Fond de vallée

Des bandes allongées de terres planes bordées de chaque côté par des zones de terres inclinées ou escarpées constituent des fonds de vallée. Normalement, les fonds de vallée diminuent de largeur à une extrémité où elles sont entourées de terres plus escarpées sur les trois côtés. Elles peuvent être en communication avec d'autres types de terres planes ou inclinées à l'autre extrémité. Dans les zones montagneuses, les fonds de vallée peuvent être entourés de toute part par des terres escarpées et ne doivent pas nécessairement être allongés.

S Terre inclinée

Une terre inclinée est une terre qui a un gradient compris entre 8 et 30%. Dans la plupart des cas, l'intensité du relief d'une terre inclinée est supérieur à 50 m par unité de pente.

SM Montagnes à gradient moyen

Montagnes relativement doucement inclinées (gradient de 15 à 30%) avec une intensité locale de relief de plus de 600 m. De nombreux volcans peuvent tomber dans cette catégorie de même que certains contreforts de systèmes montagneux importants.

SH Collines à gradient moyen

Toutes les terres inclinées qui ont un relief ondulé (intensité minimum du relief de 50 m par unité de pente), ne sont pas allongées ou ont plus de 600 m de hauteur ou qui sont comprises entre des terrains montagneux, sont considérées comme collines. Ce groupe ne comprend pas seulement les formes de paysage montagneux collinaires mais également les autres formes de paysage telles que les bas de pente à gradient moyen, etc.

SE Zone d'escarpement à gradient moyen

Zone relativement doucement inclinée (généralement gradient de 15 à 30%) qui forme une transition entre les régions hautes et basses. L'intensité locale du relief de cette forme de paysage est normalement inférieure à 600 m/2 km.

SR Crêtes

Une crête rencontre toutes les restrictions des collines à gradient moyen mais a une forme allongée avec une crête simple qui peut avoir une altitude plus ou moins constante ou peut contenir un certain nombre de pics. Les plateaux relativement étroits ne font pas partie de ce groupe de formes de paysage.

SU Haut plateau montagneux

Terre qui, bien que faisant partie d'une chaîne de montagnes (pentes supérieures à 30% et intensités de relief dépassant 600m/2 km) constitue une zone limitée avec pentes moins escarpées et relief adouci. Un haut plateau montagneux fait toujours partie d'un système montagneux et est donc bordé d'au moins un côté par des montagnes à gradient élevé. Une subdivision hypsométrique de cette catégorie correspond aux termes utilisés pour les terres escarpées.

SP Plaines disséquées

Terre inclinée avec un niveau de crêtes plus ou moins constant et des intensités de relief inférieures à 50 m par unité de pente.

T Terre escarpée

Toutes les terres qui ont des pentes supérieures à 30% sont considérées comme terres escarpées. La forme principale de paysage dans cette catégorie est la terre montagneuse.

TM Montagnes à gradient élevé

Toutes les terres escarpées à intensité de relief supérieure à 600 m/2 km et entourées d'un ou plusieurs pics saillants.

TH Collines à gradient élevé

Terres à relief escarpé mais bas (intensité de relief inférieure à 600 m/2 km). Les badlands seraient une forme de paysage à inclure dans ce groupe qui est subdivisé hypsométriquement suivant les termes utilisés pour des terres inclinées.

TE Zone d'escarpement à gradient élevé

Terre escarpée formant transition entre les régions hautes et basses et qui n'a pas de pics saillants. L'intensité du relief est normalement supérieure à 600 m/2 km.

TV Vallées à gradient élevé

Vallées très escarpées avec un fond de vallée normalement très peu étendu. Aucune limite de hauteur n'est donnée parce qu'il n'y a pas de fond de vallée et la présence de pentes escarpées prouve que seules des vallées profondes puissent couvrir une zone suffisante pour établir des délimitations cartographiables, principalement des plateaux sédimentaires incisés d'altitude.

C Terres avec formes de paysage composites

Les formes de paysage comprenant à la fois des terres planes et escarpées ou inclinées qui ne peuvent être séparées à l'échelle de la cartographie, sont considérées comme formes de paysage composites. Ces formes de paysage utilisent des caractéristiques hypsométriques suivant les propriétés de leur partie plane.

CV Vallées

La vallée, prise entre des pentes latérales et le fond de la vallée, est considérée comme une seule forme de paysage.

CL Plateaux étroits

Des bandes étroites de terres planes entourées de toute part par des terres d'effondrement inclinées ou escarpées forment ensemble un plateau étroit

CD Dépressions importantes

Grande région de terres planes entourée de toute part par des terres, hautes s'élevant en pente ou escarpées, est caractérisée comme dépression importante. Les Uvalas sont typiques de ce groupe.

Annexe 2

Codes des unités FAO[1]

FL FLUVISOLS

FLe Fluvisols eutriques
FLc Fluvisols calcariques
FLd Fluvisols dystriques
FLm Fluvisols molliques
FLu Fluvisols umbriques
FLt Fluvisols thioniques
FLs Fluvisols saliques

GL GLEYSOLS

GLe Gleysols eutriques
GLk Gleysols calciques
GLd Gleysols dystriques
GLa Gleysols andiques
GLm Gleysols molliques
GLu Gleysols umbriques
GLt Gleysols thioniques
GLi Gleysols geliques

RG REGOSOLS

RGe Regosols eutriques
RGc Regosols calcariques
RGy Regosols gypsiques
RGd Regosols dystriques
RGu Regosols umbriques
RGi Regosols geliques

LP LEPTOSOLS

LPe Leptosols eutriques
LPd Leptosols dystriques
LPk Leptosols rendziques
LPm Leptosols molliques
Lpu Leptosols umbriques
LPq Leptosols lithiques
LPi Leptosols geliques

AR ARENOSOLS

ARh Arenosols hapliques
ARb Arenosols cambiques
ARi Arenosols luviques
ARo Arenosols ferraliques
Ara Arenosols albiques
ARc Arenosols calcariques
ARg Arenosols gleyiques

AN ANDOSOLS

ANh Andosols hapliques
ANm Andosols molliques
ANu Andosols umbriques
ANz Andosols vitriques
ANg Andosols gleyiques
ANi Andosols geliques

VR VERTISOLS

VRe Vertisols eutriques
VRd Vertisols dystriques
VRk Vertisols calciques
VRy Vertisols gypsiques

CM CAMBISOLS

CMe Cambisols eutriques
CMd Cambisols dystriques
CMu Cambisols humiques
CMc Cambisols calcariques
CMx Cambisols chromiques
CMv Cambisols vertiques
CMo Cambisols ferraliques
CMg Cambisols gleyiques

[1] D'après FAO (1988)

CMi Cambisols geliques

CL CALCISOLS

CLh Calcisols hapliques
CLl Calcisols luviques
CLp Calcisols pétriques

GY GYPSISOLS

GYh Gypsisols hapliques
GYk Gypsisols calciques
GYl Gypsisols luviques
GYp Gypsisols pétriques

SN SOLONETZ

SNh Solonetz hapliques
SNm Solonetz molliques
SNk Solonetz calciques
SNy Solonetz gypsiques
SNj Solonetz stagniques
SNg Solonetz gleyiques

SC SOLONCHAKS

SCh Solonchaks hapliques
SCm Solonchaks molliques
SCk Solonchaks calciques
SCy Solonchaks gypsiques
SCn Solonchaks sodiques
SCg Solonchaks gleyiques
SCi Solonchaks geliques

KS KASTANOZEMS

KSh Kastanozems hapliques
KSl Kastanozems luviques
KSk Kastanozems calciques
KSy Kastanozems gypsiques

CH CHERNOZEMS

CHh Chernozems hapliques
CHk Chernozems calciques
CHl Chernozems luviques
CHw Chernozems glossiques
CHg Chernozems gleyiques

PH PHAEOZEMS

PHh Phaeozems hapliques
PHc Phaeozems calcariques
PHl Phaeozems luviques
PHj Phaeozems stagniques
PHg Phaeozems gleyiques

GR GREYZEMS

GRh Greyzems hapliques
GRg Greyzems gleyiques

LV LUVISOLS

LVh Luvisols hapliques
LVf Luvisols ferriques
LVx Luvisols chromiques
LVk Luvisols calciques
LVv Luvisols vertiques
LVa Luvisols albiques
LVj Luvisols stagniques
LVg Luvisols gleyiques

PL PLANOSOLS

PLe Planosols eutriques
PLd Planosols dystriques
PLm Planosols molliques
PLu Planosols umbriques
Pli Planosols geliques

PD PODZOLUVISOLS

PDe Podzoluvisols eutriques
PDd Podzoluvisols dystriques
PDj Podzoluvisols stagniques
PDg Podzoluvisols gleyiques
PDi Podzoluvisols geliques

PZ PODZOLS

PZh Podzols hapliques
PZb Podzols cambiques
PZf Podzols ferriques
PZc Podzols carbiques
PZg Podzols gleyiques
PZi Podzols geliques

LX LIXISOLS

LXh Lixisols hapliques
LXf Lixisols ferriques
LXp Lixisols plinthiques
LXa Lixisols albiques
LXj Lixisols stagniques
LXg Lixisols gleyiques

AC ACRISOLS

ACh Acrisols hapliques
ACf Acrisols ferriques
ACu Acrisols humiques
ACp Acrisols plinthiques
ACg Acrisols gleyiques

AL ALISOLS

ALh Alisols hapliques
ALf Alisols ferriques
ALu Alisols humiques
ALp Alisols plinthiques
ALj Alisols stagniques
ALg Alisols gleyiques

NT NITISOLS

NTh Nitisols hapliques
NTr Nitisols rhodiques
NTu Nitisols humiques

FR FERRALSOLS

FRh Ferralsols hapliques
FRx Ferralsols xanthiques
FRr Ferralsols rhodiques
FRu Ferralsols humiques
FRg Ferralsols geriques
FRp Ferralsols plinthiques

PT PLINTHOSOLS

PTe Plinthosols eutriques
PTd Plinthosols dystriques
PTu Plinthosols humiques
PTa Plinthosols albiques

HS HISTOSOLS

HSl Histosols foliques
HSs Histosols terriques
HSf Histosols fibriques
HSt Histosols thioniques
HSi Histosols geliques

AT ANTHROSOLS

ATa Anthrosols ariques
ATc Anthrosols cumuliques
ATf Anthrosols fimiques
ATu Anthrosols urbiques

Annexe 3

Hiérarchie de l'utilisation des terres[1]

S **Installations/Industrie** : Utilisation résidentielle, industrielle.

- **SR** utilisation résidentielle: villes.
- **SI** utilisation industrielle: Industries.
- **ST** transport: Routes, chemins de fer, etc.
- **SC** utilisation ludique: Utilisation pour des jeux.
- **SX** Excavations: utilisation des terres pour les excavations, les carrières.

A **Agriculture** : Terres utilisées pour les cultures.

AA Cultures annuelles : Une ou plusieurs cultures récoltées au cours d'une année. Terres sous cultures temporaires.

AA1 Culture nomade : Système agricole qui implique une alternance entre des cultures pendant quelques années sur des champs sélectionnés et déblayés et une longue période lorsque le sol est abandonné. Les terres sont cultivées moins de 33% du total des années.

AA2 Culture avec jachère : Système agricole qui implique une alternance de périodes de cultures et de jachère. Les terres sont cultivées entre 33 et 67% des saisons de croissance; les jachères arbustives ou herbacées sont typiques.

AA3 Prairies temporaires : Quelques années de cultures labourées sont suivies de quelques années d'herbages ou de légumineuses utilisées pour la production de bétail.

AA4 Cultures arables pluviales : Système agricole dans lequel la terre est cultivée plus de 67% des saisons de croissance.

AA5 Riziculture inondée : Système cultural annuel pour la production de riz en terres humides. Paddy avec ou sans système d'apport d'eau maîtrisée et de drainage. Les parcelles sont inondées au moins pendant une certaine partie de la période culturale.

AA6 Cultures irriguées : Système cultural avec apport artificiel d'eau en

[1] Adaptée et d'après Remmelzwaal (1990).

complément des pluies.

AP Cultures pérennes : Terres utilisées pour des cultures pérennes. Les cultures sont récoltées plus d'un an après la plantation. Exemples de cultures pérennes: canne à sucre, bananes, ananas et sisal.

AP1 Cultures non irriguées
AP2 Cultures irriguées

AT Cultures arborescentes et arbustives : Les cultures sont récoltées annuellement ou plus souvent; arbres ou arbustes produisent plus d'une récolte. Exemples de cultures arborescentes: palmier à huile, hévéa, cacaoyer, cocotier et girofliers; cultures arbustives: caféier et théier.

AT1 Cultures arborescentes non irriguées
AT2 Cultures arborescentes irriguées
AT3 Cultures arbustives non irriguées
AT4 Cultures arbustives irriguées.

H **Elevage** : Produits animaux

HE Elevage extensif : Pâturage sur prairies naturelles ou semi-naturelles ou sur végétation de savane.

HE1 Nomadisme : Système dans lequel les propriétaires des animaux n'ont pas un emplacement permanent de résidence. Aucune pratique culturale régulière. Les populations se déplacent avec leurs troupeaux.

HE2 Semi-nomadisme : Les propriétaires des animaux ont un emplacement permanent de résidence où ils pratiquent des cultures complémentaires. Les troupeaux se déplacent vers des zones de pâturages situées à une certaine distance.

HE3 Ranching : Pâturages dont les limites sont bien définies et où les mouvements des troupeaux sont moins importants et le niveau d'aménagement plus élevé que dans le semi-nomadisme.

HI Elevage intensif : Elevage en station. Système de pâturage sur des prairies permanentes/semi-permanentes améliorées.

HI1 Production animale
HI2 Industrie laitière

F **Foresterie** : Activités en relation avec la production de bois. Exploitations de forêts pour le bois avec reboisement. Activité commerciale.

FN Exploitation de forêt ou de forêt claire naturelles : Le bois est exporté de la forêt ou de la forêt claire naturelle dans un but commercial.

FN1 Abattage sélectif : Seules les essences choisies sont exploitées dans la végétation naturelle.

FN2 Abattage total : Toute la végétation naturelle est exploitée après quoi la

zone est reboisée. Ce système d'utilisation des terres se développe à l'intérieur d'un système forestier de plantation.

FP Plantation forestière : Zones reboisées. Niveau relativement élevé d'aménagement. Boisements homogènes.

M Agriculture mixte : Activités dans lesquelles cultures et forêts ou élevage sont mélangés.

MF Agro-foresterie : Combinaison d'agriculture et de foresterie (avec reboisement).

MP Agro-pastoralisme : Combinaison d'agriculture et d'élevage
également appelée transhumance (les cultivateurs avec emplacement permanent de résidence envoient leurs troupeaux, tenus par des bouviers, pour de longues périodes dans des zones de pâturages situées à une certaine distance).

E Exploitation/capture : Exploitation de produits issus de l'environnement.

EV Exploitation de la végétation naturelle : Utilisation des terres pour l'exploitation du bois ou autres produits issus de la végétation; pour usage domestique.

EH Chasse et pèche : capture d'animaux ou de poissons provenant de l'écosystème.

P Protection de la nature : Aucune utilisation ou faible intensité d'utilisation mais avec système de gestion; faible niveau d'intervention concernant l'environnement ou l'écosystème.

PN Préservation de la nature et de la vie naturelle

PN1 Réserves
PN2 Parcs
PN3 Gestion de la vie sauvage

PD Maîtrise de la dégradation

PD1 Sans intervention : Toute utilisation des terres est interdite.

PD2 Avec intervention : Les terres sont aménagées. Des travaux sont exécutés dans le but de stopper la dégradation et de limiter les risques de dégradation.

U Non utilisé : Ni utilisé ni aménagé.

Annexe 4

Hiérarchie de la végétation[1]

I **Forêt dense** : Formée d'arbres d'une taille supérieure à 5 m avec des cimes jointives.

IA Forêt surtout sempervirente : La strate arborée n'est jamais défoliée, bien que des arbres individuels puissent perdre leurs feuilles.

IA1 Forêt ombrophile tropicale (forêt tropicale humide) : Principalement constituée d'arbres sempervirents ne résistant ni au froid ni à la sécheresse. Vraiment sempervirente, c'est-à-dire dont la strate arborée reste verte toute l'année mais des individus isolés peuvent défolier pendant quelques semaines.

IA2 Forêt sempervirente saisonnière tropicale et subtropicale : Principalement constituée d'arbres sempervirents. La réduction du foliage pendant la saison sèche est notable, souvent sous forme de chute partielle des feuilles.

IA3 Forêt semi-décidue tropicale et subtropicale : Arbres de la strate supérieure en majeure partie décidus en saison sèche; nombreux arbres et arbustes de la strate intermédiaire sempervirents ou sclérophylles[2].

IA4 Forêt ombrophile subtropicale : Forêt avec saison sèche et différence de température plus prononcée entre l'été et l'hiver par rapport à la forêt ombrophile tropicale.

IA5 Forêt de mangrove : Presqu'entièrement composée d'arbres et arbustes feuillus sclérophylles sempervirents avec des racines échasses ou des pneumatophores.

IA6 Forêt sempervirente ombrophile tempérée et subpolaire : Principalement constituée d'arbres et arbustes hémi-épiphytes et fougères herbacées.

IA7 Forêt sempervirente saisonnière tempérée de feuillus : Principalement

[1] D'après UNESCO (1973)

[2] Sclérophylle: feuilles épaisses et dures.

constituée d'arbres et arbustes hémi-sclérophylles sempervirents. Riche en plantes herbacées dans la strate inférieure.

IA8 Forêt sempervirente de feuillus sclérophylles à pluies d'hiver (forêt méditerranéenne) : Principalement constituée d'arbres et arbustes sclérophylles sempervirents dont la plupart présentent une écorce rugueuse. Strate inférieure herbacée pratiquement absente.

IA9 Forêt sempervirente tropicale et subtropicale de conifères : Principalement constituée d'arbres sempervirents à aiguilles. Des arbres feuillus peuvent être présents.

IA10 Forêt sempervirente tempérée et subtropicale de conifères : Principalement constituée d'arbres sempervirents à aiguilles ou à écailles mais des feuillus peuvent y être mélangés.

IB Forêt surtout décidue : La majorité des arbres perdent leurs feuilles en même temps pendant la saison défavorable.

IB1 Forêt décidue en saison sèche tropicale et subtropicale : Saison défavorable principalement caractérisée par la sécheresse; dans la plupart des cas, sécheresse hivernale. Chutes des feuilles régulièrement tous les ans. La plupart des arbres ont une écorce relativement épaisse et fissurée.

IB2 Forêt décidue en saison froide avec arbres (ou arbustes) sempervirents : Saison défavorable principalement caractérisée par le gel d'hiver. Dominance de feuillus décidus mais présence d'espèces sempervirentes.

IB3 Forêt décidue en saison froide sans arbres sempervirents : Dominance absolue d'arbres décidus.

IC Forêt extrêmement xéromorphe : Peuplement dense de phanérophytes tels que arbres bouteilles, arbres en touffe à feuilles succulentes et plantes succulentes dressées. Strate inférieure à arbustes présentant des adaptations xéromorphes comparables.

IC1 Forêt extrêmement xéromorphe à dominance sclérophylle: Prédominance d'arbres sclérophylles.

IC2 Forêt d'épineux : Prédominance d'espèces avec appendices épineux.

IC3 Forêt à dominance de succulents : Succulents scapeux et cespiteux.

II **Forêt claire** : Formée d'arbres d'au moins 5 m de haut, la plupart des cimes ne se touchant pas mais couvrant au moins 40% de la surface.

IIA Forêt claire sempervirente : La strate arborée n'est jamais défoliée.

IIA1 Forêt claire sempervirente de feuillus : Arbres et arbustes principalement sclérophylles.

IIA2 Forêt claire sempervirente de résineux : Principalement aiguilles ou feuilles-écailles.

IIB Forêt claire surtout décidue : La majorité des arbres perdent leurs feuilles en même temps pendant la saison défavorable.

IIB1 Forêt claire décidue en saison sèche : Saison défavorable principalement caractérisée par la sécheresse d'hiver. Chute des feuilles régulièrement tous les ans. La plupart des arbres ont une écorce relativement épaisse et fissurée.

IIB2 Forêt claire décidue en saison froide avec arbres sempervirents : Saison défavorable principalement caractérisée par le gel d'hiver. Dominance de feuillus décidus mais présence d'espèces sempervirentes.

IIB3 Forêt claire décidue en saison froide sans arbres sempervirents : Dominance absolue d'arbres décidus.

IIC Forêt claire extrêmement xéromorphe : Peuplement ouvert de phanérophytes xéromorphes tels que arbres bouteilles, arbres en touffe avec feuilles succulentes et plantes succulentes dressées. Strate inférieure à arbustes présentant des adaptations xéromorphes comparables.

IIC1 Forêt claire extrêmement xéromorphe à dominance sclérophylle : Prédominance d'arbres sclérophylles.

IIC2 Forêt claire d'épineux : Prédominance d'espèces à appendices épineux.

IIC3 Forêt claire à dominance de succulents : Succulents scapeux et cespiteux.

III Fruticée (Formations buissonneuses et fourrés) : Surtout composée de plants ligneux de 0,5 à 5 m de haut. Subdivisions:

- Formations buissonneuses: la plupart des individus ne se touchent pas les uns les autres; strate inférieure souvent graminéenne;
- Fourrés: arbustes entremêlés.

IIIA Fruticée surtout sempervirente : La strate arborée n'est jamais défoliée, bien que les buissons individuels puissent perdre leurs feuilles.

IIIA1 Buissons (ou fourrés) sempervirents de feuillus : Buissons principalement sclérophylles.

IIIA2 Buissons (ou fourrés) sempervirents à microphylles et résineux : Buissons principalement à aiguilles ou feuilles-écailles.

IIIB Fruticée principalement décidue : La majorité des buissons perdent leurs feuilles en même temps pendant la saison défavorable.

IIIB1 Fruticée décidue en saison sèche avec plantes ligneuses sempervirentes en mélange

IIIB2 Fruticée décidue en saison sèche sans plantes ligneuses sempervirentes en mélange

IIIB3 Fruticée décidue en saison froide

IIIC Formation buissonneuse (subdésertique) extrêmement xéromorphe : Très souvent peuplements clairs d'arbustes présentant diverses adaptations xérophytiques telles que feuilles extrêmement scléromorphes ou fortement réduites, rameaux verts sans feuilles, ou tiges succulentes, etc., certains avec des épines.

IIIC1 Formation buissonnante surtout sempervirente : Dans les années extrêmement sèches, quelques feuilles et quelques portions de rameaux peuvent être caduques.

IIIC2 Formation buissonnante subdésertique décidue : Peuplement surtout décidu, souvent avec quelques sempervirents.

IV **Fruticée naine et formations analogues** : Excédant rarement 50 cm de haut. Subdivisions:

- ☐ Fourrés nains: branches entremêlées
- ☐ Formations buissonnantes naines: buissons nains isolés ou en touffes.

IVA Fruticée surtout sempervirente : La plupart des buissons sont sempervirents.

IVA1 Fourrés nains sempervirents : Prédominance d'une couverture buissonneuse dense et fermée dans le paysage.

IVA2 Buissons nains sempervirents : Formation d'arbustes nains ouverte ou assez lâche.

IVA3 Mélange de fourrés nains sempervirents et de formations herbacées

IVB Fruticée naine surtout décidue : Formée surtout d'espèces décidues.

IVB1 Fourrés nains (ou buissons nains) facultativement décidus : Caduques seulement dans les années extrêmes.

IVB2 Fourrés nains (ou buissons nains) obligatoirement décidus en saison sèche : Peuplements de fourrés nains très fermés qui perdent tout ou partie de leurs feuilles en saison sèche.

IVB3 Fourrés nains (ou buissons nains) décidus en saison froide : Peuplements de fourrés nains très fermés qui perdent tout ou partie de leurs feuilles au commencement de la saison froide.

IVC Buissons nains extrêmement xéromorphes : Formation plus ou moins ouverte formée d'arbustes nains, succulents et autres formes biologiques adaptées à survivre ou à éviter une longue saison sèche. Surtout subdésertique.

IVC1 Buissons nains surtout sempervirents subdésertiques : Dans les années extrêmement sèches quelques feuilles et quelques portions de rameaux peuvent être caduques.

IVC2 Buissons nains décidus subdésertiques : Surtout arbustes décidus souvent avec quelques sempervirents.

IVD Toundra : Formation basse à croissance lente, principalement de buissons nains, de graminoïdes au delà de la limite subpolaire des arbres.

IVD1 Toundra surtout de bryophytes : Prédominance de tapis ou de petits coussins de mousses (bryophytes).

IVD2 Toundra surtout de lichens : Tapis où les lichens dominent.

IVE Formation de tourbière à mousses avec buissons nains : Accumulations oligotrophiques de marécage formées de Sphagnum ou d'autres mousses.

IVE1 Tourbière élevée : Par la croissance d'espèces de Sphagnum, elle s'élève au dessus du niveau général de la nappe aquifère.

IVE2 Tourbière non élevée : Peu ou pas élevée de façon marquée au dessus de nappe minéralisée du paysage environnant.

V Végétation herbacée

VA Végétation graminoïde haute : Forme graminoïde dominante de plus de 2 m de hauteur. La couverture de forbes[1] est inférieure à 50%.

VA1 Prairie haute avec une synusie[2] arborée couvrant 10 à 40% : Plus ou moins semblable à une forêt très claire.

VA2 Prairie haute avec une synusie arborée couvrant moins de 10%

VA3 Prairie haute avec une synusie de buissons

VA4 Prairie haute avec une synusie ligneuse composée surtout de plantes à touffe (ordinairement palmiers)

VA5 Prairie haute à peu près dépourvue de synusie ligneuse

VB Prairie moyenne : Les formations graminoïdes dominantes ont de 50 cm à 2 m de

[1]Forbe: végétation non graminoïde/non ligneuse

[2]Synusie: couche

hauteur. Des forbes couvrent moins de 50%.

VB1 Prairie moyenne avec une synusie arborée couvrant de 10 à 40%

VB2 Prairie moyenne avec une synusie arborée couvrant moins de 10%

VB3 Prairie moyenne avec une synusie de buissons

VB4 Prairie moyenne avec une synusie claire de plantes à touffe (ordinairement des palmiers)

VB5 Prairie moyenne à peu près dépourvue de synusie ligneuse

VC Prairie basse : Les formations graminoïdes dominantes ont moins de 50 cm de hauteur. Des forbes couvrent moins de 50%.

VC1 Prairie basse avec une synusie arborée couvrant de 10 à 40%

VC2 Prairie basse avec une synusie arborée couvrant moins de 10%

VC3 Prairie basse avec une synusie de buissons

VC4 Prairie basse avec une synusie claire de plantes à touffe (ordinairement palmiers)

VC5 Prairie basse à peu près dépourvue de synusie ligneuse

VC6 Prairie basse à moyenne mésophytique

VC7 Toundra de graminoïdes

VD Végétation à forbes : Principalement des forbes, les graminoïdes couvrent moins de 50%.

VD1 Communauté de forbes hautes : Les formes de forbes dominantes ont plus d'1 m de haut lorsqu'elles atteignent leur plein développement.

VD2 Communauté de forbes basses : Les formes de forbes dominantes ont moins d'1 m de haut lorsqu'elles atteignent leur plein développement.

VE Végétation hydromorphe des eaux douces

VE1 Communauté enracinée en eaux douces

VE2 Communauté flottante libre des eaux douces

Annexe 5

Codes ISO des pays[1]

AF	Afghanistan
ZA	Afrique du Sud
AL	Albanie
DZ	Algérie
DE	Allemagne
AD	Andorre
AO	Angola
AI	Anguilla
AQ	Antarctique
AG	Antigua-et-Barbuda
AN	Antilles Néerlandaises
SA	Arabie Saoudite
AR	Argentine
AM	Arménie
AW	Aruba
AU	Australie
AT	Autriche
AZ	Azerbaïdjan
BS	Bahamas
BH	Bahreïn
BD	Bangladesh
BB	Barbade
BY	Bélarus
BE	Belgique
BZ	Belize
BJ	Bénin
BM	Bermudes
BT	Bhoutan
BO	Bolivie
BA	Bosnie-Herzégovine
BW	Botswana
BV	Bouvet, Ile
BR	Brésil
BN	Brunéi Darussalam
BG	Bulgarie
BF	Burkina Faso
BI	Burundi
KY	Caïmanes, Iles
KH	Cambodge
CM	Cameroun
CA	Canada
CV	Cap-Vert
CF	Centrafricaine, République
CL	Chili
CN	Chine
CX	Christmas, Ile
CY	Chypre
CC	Cocos (Keeling), Iles des
CO	Colombie
KM	Comores
CG	Congo
CK	Cook, Iles
KR	Corée, République de
KP	Corée, Rép. Pop. Dém. de
CR	Costa Rica
CI	Côte d'Ivoire
HR	Croatie
CU	Cuba
DK	Danemark
DJ	Djibouti
DO	Dominicaine, République
DM	Dominique
EG	Egypte
SV	El Salvador
AE	Emirats Arabes Unis
EC	Equateur
ER	Erythrée
ES	Espagne
EE	Estonie
US	Etats-Unis
ET	Ethiopie
FK	Falkland, Iles (Malvinas)
FO	Féroé, Iles
FJ	Fidji
FI	Finlande
FR	France
FX	France métropolitaine
GA	Gabon
GM	Gambie
GE	Géorgie
GS	Géorgie du Sud et les Iles Sandwich du Sud
GH	Ghana
GI	Gibraltar
GR	Grèce
GD	Grenade
GL	Groenland
GP	Guadeloupe
GU	Guam
GT	Guatemala
GN	Guinée
GW	Guinée-Bissau
GQ	Guinée Equatoriale
GY	Guyana
GF	Guyane Française
HT	Haïti
HM	Heard et Iles McDonald, Ile
HN	Honduras
HK	Hong-Kong
HU	Hongrie
UM	Iles Mineures Eloignées des Etats-Unis
VG	Iles Vierges (Britanniques)
VI	Iles Vierges (E.-U.)
IN	Inde
ID	Indonésie
IR	Iran, République Islamique d'
IQ	Iraq
IE	Irlande
IS	Islande
IL	Israël
IT	Italie
JM	Jamaïque
JP	Japon
JO	Jordanie
KZ	Kazakhstan
KE	Kenya
KG	Kirghizistan
KI	Kiribati
KW	Koweït
LA	Lao, Rép. Dém. Pop.
LS	Lesotho
LV	Lettonie
LB	Liban
LR	Libéria
LY	Libyenne, Jamahiriya Arabe
LI	Liechtenstein
LT	Lituanie

[1] D'après ISO-3166 de 1994.

LU Luxembourg
MO Macao
MG Madagascar
MY Malaisie
MW Malawi
MV Maldives
ML Mali
MT Malte
MP Mariannes du Nord, Iles
MA Maroc
MH Marshall, Iles
MQ Martinique
MU Maurice
MR Mauritanie
YT Mayotte
MX Mexique
FM Micronésie (Etats Fédérés de)
MC Monaco
MD Moldova, République de
MN Mongolie
MS Montserrat
MZ Mozambique
MM Myanmar
NA Namibie
NR Nauru
NP Népal
NI Nicaragua
NE Niger
NG Nigéria
NU Nioué
NF Norfolk, Ile
NO Norvège
NC Nouvelle-Calédonie
NZ Nouvelle-Zélande
IO Océan Indien, Territoire Britannique de l'
OM Oman
UG Ouganda
UZ Ouzbékistan
PK Pakistan
PW Palau
PA Panama
PG Papouasie-Nouvelle Guinée
PY Paraguay
NL Pays-Bas
PE Pérou
PH Philippines
PN Pitcairn
PL Pologne
PF Polynésie Française
PR Porto Rico
PT Portugal
QA Qatar
RE Réunion
RO Roumanie
GB Royaume-Uni
RU Russie, Fédération de
RW Rwanda
EH Sahara Occidental
SH Sainte-Hélène
KN Saint-Kitts-et-Nevis
LC Sainte-Lucie
SM Saint-Marin
PM Saint-Pierre et Miquelon
VC Saint-Vincent-et-Grenadines
SB Salomon, Iles
WS Samoa
AS Samoa Américaines
ST Sao Tome-et-Principe
SN Sénégal
SC Seychelles
SL Sierra Leone
SG Singapour
SK Slovaquie
SI Slovénie
SO Somalie
SD Soudan
LK Sri Lanka
SE Suède
CH Suisse
SR Suriname
SJ Svalbard et Ile Jan Mayen
SZ Swaziland
SY Syrienne, République Arabe
TJ Tadjikistan
TW Taiwan, Province de Chine
TZ Tanzanie, Rép.-Unie de
TD Tchad
CZ Tchèque, République
TF Terres Australes Françaises
TH Thaïlande
TP Timor Oriental
TG Togo
TK Tokélaou
TO Tonga
TT Trinité-et-Tobago
TN Tunisie
TM Turkménistan
TC Turks et Caïques, Iles
TR Turquie
TV Tuvalu
UA Ukraine
UY Uruguay
VU Vanuatu
VA Vatican, Etat de la Cité du (Saint-Siège)
VE Venezuela
VN Viet Nam
WF Wallis et Futuna, Iles
YE Yémen
YU Yougoslavie
ZR Zaïre
ZM Zambie
ZW Zimbabwe

Annexe 6

Formulaires d'entrée des données

Entrée des données SOTER

formulaire 1

TERRAIN

1 ID de l'unité SOTER

2 année de récolte des données

3 ID de carte

4 altitude minimale

5 altitude maximale

6 gradient de pente

7 intensité du relief

8 forme principale du relief

9 pente régionale

10 hypsométrie

11 dissection

12 lithologie générale

13 surface d'eau permanente

COMPOSANT DE TERRAIN

14 ID de l'unité SOTER

15 Numéro du composant de terrain

16 proportion de l'unité SOTER

17 ID des données du composant de terrain

Entrée des données SOTER

formulaire 2

DONNEES DU COMPOSANT DE TERRAIN

18 ID données du composant de terrain					
19 pente dominante					
20 longueur de la pente					
21 forme de la pente					
22 forme locale en surface					
23 hauteur moyenne					
24 couverture					
25 matériau lithologique superficiel					
26 texture du matériau originel non-consolidé					
27 profondeur de la roche en place					
28 drainage en surface					
29 profondeur de la nappe phréatique					
30 fréquence des crues					
31 durée des crues					
32 début des crues					

Entrée des données SOTER

formulaire 3

COMPOSANT DU SOL

33 ID de l'unité SOTER

34 numéro du composant de terrain

35 numéro du composant de sol

36 proportion de l'unité SOTER

37 ID du profile

38 nombre des profiles de référence

39 position dans le composant de terrain

40 rochosité en surface

41 pierrosité en surface

42 types d'érosion/dépôts

43 zone affectée

44 degré d'érosion

45 sensibilité au recouvrement

46 profondeur d'enracinement

47 relation avec d'autres composants de sols

Entrée des données SOTER

formulaire 4

PROFIL

48 ID du profil

49 ID de la base de données du profil

50 latitude

51 longitude

52 altitude

53 date d'échantillonnage

54 ID du labo

55 drainage

56 taux d'infiltration

57 matière organique en surface

58 classification FAO

59 version de la classification

60 classification nationale

61 Soil Taxonomy

62 phase

HORIZON DU PROFIL REPRÉSENTATIF (* = indispensable)

64 numéro de l'horizon*

65 horizon diagnostique*

66 caractère diagnostique*

67 désignation des horizons

68 profondeur inférieure*

69 netteté de la transition

70 couleur à l'état humide*

71 couleur à l'état sec

72 grade de la structure

73 dimension des éléments structuraux

74 type de structure*

Entrée des données SOTER

formulaire 5

HORIZON DU PROFIL REPRESENTATIF (suite) (* = indispensable) ID du profil

64 numéro de l'horizon*					
75 abondance de fragments grossiers*					
76 dimension des fragments grossiers					
77 sable très grossier					
78 sable grossier					
79 sable moyen					
80 sable fin					
81 sable très fin					
82 sable total*					
83 limon*					
84 argile*					
85 classe granulométrique					
86 densité apparente*					
87 teneur en eau à différentes tensions	33/ / / / 1500/	33/ / / / 1500/	33/ / / / 1500/	33/ / / / 1500/	33/ / / / 1500/
88 conductivité hydraulique					
89 taux d'infiltration					
90 pH H_2O*					
91 pH KCl					

Note: Les attributs (numériques) indispensables qui sont estimés devront être précédés du signe (-).

Entrée des données SOTER

formulaire 6

HORIZON DU PROFIL REPRESENTATIF (suite) (* = indispensable) ID du profil

64 numéro de l'horizon*

92 conductivité électrique

93 Na^+ soluble

94 Ca^{++} soluble

95 Mg^{++} soluble

96 K^+ soluble

97 Cl^- soluble

98 SO_4^{--} soluble

99 HCO_3^- soluble

100 CO_3^{--} soluble

101 Ca^{++} échangeable

102 Mg^{++} échangeable

103 Na^+ échangeable

104 K^+ échangeable

105 Al^{+++} échangeable

106 acidité échangeable

107 CEC du sol*

108 équivalent carbonates total

109 gypse

110 carbone total*

Note: Les attributs (numériques) indispensables qui sont estimés devront être précédés du signe (-).

Entrée des données SOTER

formulaire 7

HORIZON DU PROFIL REPRESENTATIF (suite) (* = indispensable)				ID du profil	
64 numéro de l'horizon*					
111 azote total					
112 P_2O_5					
113 rétention des phosphates					
114 Fe extractible dans le dithionite					
115 Al extractible dans le dithionite					
116 Fe extractible dans le pyrophosphate					
117 Al extractible dans le pyrophosphate					
118 minéralogie des argiles					

Note: Les attributs (numériques) indispensables qui sont estimés devront être précédés du signe (-).

Entrée des données SOTER

formulaire 8

VALEURS MINIMUM DE L'HORIZON ID du profil

64 numéro de l'horizon

75 abondance des fragments grossiers

76 dimension des fragments grossiers

77 sable très grossier

78 sable grossier

79 sable moyen

80 sable fin

81 sable très fin

82 sable total

83 limon

84 argile

85 classe granulométrique

86 densité apparente

87 teneur en eau à différentes tensions (-33/ … ; -1500/ …)

88 conductivité hydraulique

89 taux d'infiltration

90 pH H_2O

91 pH KCl

92 conductivité électrique

Entrée des données SOTER

formulaire 9

VALEURS MINIMUM DE L'HORIZON (suite) ID du profil

64 numéro de l'horizon

93 Na^{+} soluble

94 Ca^{++} soluble

95 Mg^{++} soluble

96 K^{+} soluble

97 Cl^{-} soluble

98 SO_4^{--} soluble

99 HCO_3^{-} soluble

100 CO_3^{--} soluble

101 Ca^{++} échangeable

102 Mg^{++} échangeable

103 Na^{+} échangeable

104 K^{+} échangeable

105 Al^{+++} échangeable

106 acidité échangeable

107 CEC du sol*

108 équivalent carbonates total

109 gypse

110 carbone total*

111 azote total

112 P_2O_5

Entrée des données SOTER

formulaire 10

VALEURS MINIMUM DE L'HORIZON (suite) ID du profil

64 numéro de l'horizon*

113 rétention des phosphates

114 Fe extractible dans le dithionite

115 Al extractible dans le dithionite

116 Fe extractible dans le pyrophosphate

117 Al extractible dans le pyrophosphate

Entrée des données SOTER

formulaire 11

VALEURS MAXIMUM DE L'HORIZON ID du profil

64 numéro de l'horizon					
75 abondance de fragments grossiers					
76 dimension des fragments grossiers					
77 sable très grossier					
78 sable grossier					
79 sable moyen					
80 sable fin					
81 sable très fin					
82 sable total					
83 limon					
84 argile					
85 classe granulométrique					
86 densité apparente					
87 teneur en eau à différentes tensions	-33/ -/ -/ -/ -1500/	-33/ -/ -/ -/ -1500/	-33/ -/ -/ -/ -1500/	-33/ -/ -/ -/ -1500/	-33/ -/ -/ -/ -1500/
88 conductivité hydraulique					
89 taux d'infiltration					
90 pH H_2O					
91 pH KCl					
92 conductivité électrique					

Entrée des données SOTER

formulaire 12

VALEURS MAXIMUM DE L'HORIZON (suite) — ID du profil

64 numéro de l'horizon					
93 Na^{+} soluble					
94 Ca^{++} soluble					
95 Mg^{++} soluble					
96 K^{+} soluble					
97 Cl^{-} soluble					
98 SO_4^{--} soluble					
99 HCO_3^{-} soluble					
100 CO_3^{--} soluble					
101 Ca^{++} échangeable					
102 Mg^{++} échangeable					
103 Na^{+} échangeable					
104 K^{+} échangeable					
105 Al^{+++} échangeable					
106 acidité échangeable					
107 CEC du sol*					
108 équivalent carbonates total					
109 gypse					
110 carbone total*					
111 azote total					
112 P_2O_5					

Entrée des données SOTER

formulaire 13

VALEURS MAXIMUM DE L'HORIZON (suite)			ID du profil		
64 numéro de l'horizon*					
113 rétention des phosphates					
114 Fe extractible dans le dithionite					
115 Al extractible dans le dithionite					
116 Fe extractible dans le pyrophosphate					
117 Al extractible dans le pyrophosphate					

Entrée des données SOTER

formulaire 14

UTILISATION DES TERRES

1 ID de l'unité SOTER

2 date de l'observation

3 utilisation des terres

4 proportion de l'unité SOTER

VEGETATION

1 ID de l'unité SOTER

2 date de l'observation

3 végétation

4 proportion de l'unité SOTER

Entrée des données SOTER

formulaire 15

FICHIERS DE REFERENCE

1 ID de la carte

2 titre de la carte

3 année

4 échelle 1:

5 latitude minimum

6 longitude minimum

7 latitude maximum

8 longitude maximum

9 type de carte d'origine

Entrée des données SOTER

formulaire 16

LABORATOIRE

1 ID du labo |_|_|_|_|_|

2 nom du laboratoire

METHODES DE LABORATOIRE

3 ID du labo |_|_|_|_|_|

4 date |_|_|/|_|_|_|_|

5 attribut |_|_|_|_|

6 ID de la méthode d'analyse |_|_|_|_|

METHODE D'ANALYSE

7 ID de la méthode d'analyse |_|_|_|_|

8 description

BASE DE DONNEES DES PROFILS

1 ID de la base de données du profil |_|_|_|_|_|

2 nom

Entrée des données SOTER

formulaire 17

STATION CLIMATIQUE

1 ID de la station climatique

2 nom de la station climatique

3 latitude

4 longitude

5 altitude

DONNEES CLIMATIQUES

6 ID de la station climatique	12 janvier	18 juillet
7 types de données	13 février	19 août
8 ID de l'origine	14 mars	20 septembre
9 première année	15 avril	21 octobre
10 dernière année	16 mai	22 novembre
11 années	17 juin	23 décembre
		24 annuelle

SOURCE DES DONNEES

25 ID de la source

26 nom de la source

Références

BAI, 1991. Booker tropical soil manual. Booker/Tate, London.

Christian, C.S. and Stewart, G.A. 1953. General report on survey of Katharina-Darwin region, 1946. CSIRO Austr. Land Res. Ser. No. 1.

Cochrane, T.T., de Castro, N.F. and Netto, J.M. 1981. An explanatory manual for CIAT's computerized land resource study of tropical America. CIAT, Cali.

Cochrane, T.T., Sanchez, L.G., de Azevedo, L.G., Porras, J.H. and Garves, C.L. 1985. Land in tropical America. CIAT, Cali.

Day, J.H. (ed.). 1983. The Canada soil information system (CanSIS), Manual for describing soils in the field. Agriculture Canada, Research Branch, Ottawa.

DMA. 1992. Digital chart of the world. U.S. Defence Mapping Agency.

Eschweiler, J.A. 1993. A draft physiographic map of Africa (at scale of 1:5 million). FAO internal public., Rome, p.46.

FAO. 1977. Guidelines for the description of soils. FAO, Rome.

FAO. 1986. Guidelines for the coding of soil data. Proposals for an international soil data bank, reprint 1977. FAO, Rome.

FAO. 1988. Soil map of the world, Revised legend. World Soil Resources Report 60, FAO, Rome. (Version française : Légende révisée, FAO, 1989.)

FAO. 1989. FAO-ISRIC soil database. World Soil Resources Report 64. FAO, Rome.

FAO. 1994. Directives pour la description des sols. 3e Edition (réviséé). FAO, Rome.

FAO-UNESCO. 1974. Soil map of the world. Vol 1, legend. UNESCO, Paris.

Gunn, R.H., Beattie, J.A., Reid, R.E. and van de Graaff, R.H.M. 1990. Australian soil and land survey handbook. Inkata Press, Melbourne. 300 p.

Holmes. 1968. Physical geology. John Wiley, New York.

ISRIC. 1990a. SOTER Procedures manual for small-scale map and database compilation. 3rd version. Ed. by V.W.P. van Engelen and J.H.M. Pulles. Working paper and preprint 90/2, ISRIC, Wageningen, 69p.

ISRIC. 1990b. Proceedings of the international workshop on procedures manual revisions for the Global Soils and Terrain Digital Database, Wageningen 24-26 April 1990. Ed. by N.H. Batjes. Working paper and preprint 90/5, ISRIC, Wageningen, 25p.

ISRIC. 1991. The SOTER manual. Procedures for small scale digital map and database compilation of soil and terrain conditions. Ed. by V.W.P. van Engelen and J.H.M. Pulles. Working paper and preprint 91/3, ISRIC, Wageningen, 92p.

ISRIC-UNEP, 1988. Guidelines for general assessment on the status of human-induced soil degradation. Working paper and preprint 88/4. ISRIC, Wageningen, 11p.

ISSS. 1986a. Proceedings of an international workshop on the structure of a digital international soil resources map annex database. Ed. by M.F. Baumgardner and L.R. Oldeman. SOTER Report 1, ISSS, Wageningen, 138p.

ISSS. 1986b. Project proposal "World soils & terrain digital database at a scale 1:1 M (SOTER)". Ed. by M.F. Baumgardner. ISSS, Wageningen, 23p.

ISSS. 1987. Proceedings of the second international workshop on a global soils and terrain digital database. 18-22 May 1987, at UNEP Nairobi. Ed. by R.F. van de Weg. SOTER Report 2, ISSS, Wageningen, 47p.

ISSS. 1988a. International Reference Base Group. ISSS Commission V, Leuven.

ISSS. 1988b. Proceedings of the first regional workshop on a global soils and terrain digital database and global assessment of soil degradation. 20-25 March 1988, Montevideo, Uruguay. Ed. by W.L. Peters. SOTER Report 3, ISSS, Wageningen, 81p English/Spanish.

ISSS. 1989. Proceedings of the second regional workshop on a global soils and terrain digital database and global assessment of soil degradation. 12-16 December 1988, Porto Alegre. Ed. by W.L. Peters. SOTER Report 4, ISSS, Wageningen, 105p English/Spanish.

Kenya Soil Survey Staff. 1987. Soil survey manual. Kenya Soil Survey, Nairobi.

McDonald, R.C., Isbell, R.F., Speight, J.G., Walker, J. and Hopkins M.S. 1990. Australian soil and land survey. Field handbook. Second edition. Inkata Press, Melbourne. 198 p.

Meijerink, A.M.J. and Valenzuela, C.R. 1987. ILWIS: Integrated Land and Watershed Management System. Methodology, terrain soil module, input. Publication M2, 2nd version. ITC, Enschede.

National Bureau of Soil Survey and Land Use Planning. 1987. Field manual for soil mapping of India and of different states. Nagpur.

Oliveira, J.B. and van de Berg, M. 1992. Application of the SOTER methodology for a semi-detailed survey (1:100,000) in the Piracicaba region (Sao Paulo, Brazil). SOTER Report 6. ISSS, Wageningen.

Pulles, J.H.M. 1988. A model for a soils and terrain digital database. Working paper and preprint 88/8. ISRIC, Wageningen.

Remmelzwaal, A. 1990. Classification of land and land use, first approach. FAO, Rome (unpublished).

Remmelzwaal, A. 1991. Draft physiographic system. FAO, Rome (unpublished).

Ruthenberg, H. 1980. Farming systems in the tropics. Third edition. Clarendon, Oxford.

Shields, J.A. and Coote, D.R. 1988. SOTER Procedures manual for small-scale map and database compilation. Working paper and preprint 88/2. ISRIC, Wageningen, 144p.

Shields, J.A. and Coote, D.R. 1989. SOTER Procedures manual for small-scale map and database compilation including proposed procedures for interpretation of soil degradation status and risk. Internal report, ISRIC, Wageningen.

Soil Conservation Service. 1979. Pedon coding system for the national cooperative soil survey. US Dept. of Agric., Washington DC.

Soil Conservation Service. 1981. Soil survey manual: revised chapter 4. US Dept. of Agric., Washington DC.

Soil Conservation Service. 1986. National soils handbook, 1986 amendment. Glossary of landform and geologic terms. US Dept. of Agric., Washington DC.

Soil Survey Staff. 1951. Soil survey manual. US Dept. of Agric. Handbook No. 18. Government Printer, Washington DC.

Soil Survey Staff. 1975. Soil taxonomy. US Dept. of Agric. Handbook No. 438, Government Printer, Washington DC.

Soil Survey Staff. 1994. Keys to Soil Taxonomy. US Dept. of Agric. Soil Conservation Service, Washington DC.

Sombroek, W.G. 1984. Towards a global soil resource inventory at scale 1:1 M. Working paper and preprint 84/4, ISRIC, Wageningen.

Strahler, A.N. 1969. Physical geology. Wiley and Sons, New York.

Tempel, P. 1994a. Global and national soils and terrain databases (SOTER). Attribute database user manual. Working paper and preprint 94/4, ISRIC, Wageningen, p. 34.

Tempel, P. 1994b. Global and national soils and terrain databases (SOTER). Database structure. Working paper and preprint 94/5, ISRIC, Wageningen, p. 68.

Touber, L., Smaling, E.M.A., Andriesse, W. and Hakkeling, R.T. 1989. Inventory and evaluation of tropical forest land. Guidelines for a common methodology. Tropenbos Foundation, Ede.

UNESCO. 1973. International classification and mapping of vegetation. Ecology conservation 6. Unesco, Paris.

van den Berg, M. 1992. SWEAP, a computer program for water erosion assessment applied to

SOTER. SOTER Report 7. ISSS-UNEP-ISRIC, Wageningen. p. 37.

van de Weg, R.F. 1987 (ed). Proceedings of the second international workshop on a global soils and terrain digital database. SOTER Report 2. ISSS, Wageningen.

van Waveren, E.J. and Bos, A.B. 1988a. Guidelines for the description and coding of soil data. Technical paper 14, ISRIC, Wageningen. 43p.

van Waveren, E.J. and Bos, A.B. 1988b. ISRIC Soil Information System; User manual, Technical manual. Technical paper 15, ISRIC, Wageningen. 63p.

Verhasselt, Y. 1961. Essai de mise au point d'une mesure rapide de mesure de longueur et de surface. Bull. Soc. Royale Belge Géogr. Vol. 85,1-4, pp. 131-144.

Vogel, A.W. 1986. Class limits for land and soil properties. A comparative study for use at the establishment of a World Soil and Terrain Digital Database (SOTER). Working paper and preprint 86/3, ISRIC, Wageningen. 154 p.

Wen, T.T. 1993. Draft physiographic map of South America. Internal public. FAO, Rome.

Glossaire

base de données	Système informatisé d'enregistrement et de conservation des données.
clé primaire	Attribut ou combinaison d'attributs qui identifie uniquement un enregistrement dans un tableau/fichier.
données d'attributs	Informations non graphiques concernant les éléments dans un SIG. Dans ce Manuel: associés à des unités SOTER.
données géo-référentielles	Informations qui ont une localisation précise (coordonnées).
entrée	Processus d'introduction de données.
polygone	Zone délimitée sur une carte.
secours (backup)	Copie d'un fichier ou d'une disquette au cas où l'original serait perdu/endommagé
SGBD	Système de Gestion d'un Base de Données: système utilisé pour gérer et manipuler une base de données.
SGRBD	Système de Gestion Relationnel d'une Base de Données: système d'enregistrement et de conservation informatisé dans lequel les données sont structurées en ensembles d'enregistrements de telle manière que les relations entre les données puissent être utilisées pour la gestion et la manipulation. Les fichiers de données sont perçus sous forme de tableaux.
SIG	Système d'Information Géographique: système composé de matériels informatiques, de logiciels et de procédures conçus pour permettre la saisie, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données référentielles spaciales.
structure de la base	Manière dont les données sont organisées dans une base de
de données	données.
topologie	Manière dont les éléments géographiques sont reliés entre eux (éléments voisins, éléments inclus).
unité cartographique	Ensemble de zones (polygones),sur une carte, qui représente un caractère ou un groupe de caractères bien définis; les unités cartographiques sont décrites par la légende de la carte.
unité SOTER	Type spécial d'unité cartographique: ensemble de zones (polygones), sur une carte, qui représente un modèle distinct et souvent répétitif de forme de paysage, de forme en surface, de matériau originel et de sol.

Publications connexés

ISSS. 1986. Project proposal "World Soils and Terrain Digital Database at a scale 1:1M (SOTER)". Ed. par M.F. Baumgardner. ISSS, Wageningen. 23 p.

ISSS. 1986. Proceedings of an International Workshop on the Structure of a Digital International Soil Resources Map annex Data Base. (20-24 January 1986, ISRIC, Wageningen). Ed. par M.F. Baumgardner et L.R. Oldeman. SOTER Report 1, ISSS, Wageningen. 138 p.

ISSS. 1987. Proceedings of the Second International Workshop on a Global Soils and Terrain Digital Database (18-22 May 1987, UNEP, Nairobi). Ed. par R.F. van de Weg. SOTER Report 2. ISSS, Wageningen. 47 p.

ISSS. 1988. Proceedings of the First Regional Workshop on a Global Soils and Terrain Digital Database and Global Assessment of Soil Degradation. SOTER Report 3. ISSS, Wageningen. (81 p. in English, 86 p. in Spanish).

ISSS. 1989. Proceedings of the Second Regional Workshop on a Global Soils and Terrain Digital Database (12-16 December 1988, Porto Alegre). Ed. par W.L. Peters. SOTER Report 4. ISSS, Wageningen (97 p. in English, 104 p. in Spanish).

ISRIC. 1990. Proceedings of the International Workshop on Procedures Manuel Revisions for the Global Soils and Terrain Digital Database. 24-26 April 1990, Wageningen. Ed. par N.H. Batjes. Working Paper & Preprint 90/5. ISRIC, Wageningen. 25 p.

Batjes, N.H. 1990. Macro-scale land evaluation using the 1:1 M world soils and terrain digital database. SOTER Report 5. ISSS, Wageningen. 45 p.

Oliveira, J.B. de et van den Berg, M. 1992. Application of the SOTER methodology to a semi-detailed survey (1:100,000) in the Piracicaba region (Sao Paulo State, Brazil). SOTER Report 6, ISSS, Wageningen. 28 p.

Van den Berg, M. 1992. SWEAP, a computer program for water erosion assessment applied to SOTER. SOTER Report 7. ISSS-UNEP-ISRIC, Wageningen. 37. p.

Tempel, P. 1994. Global and National Soils and Terrain Digital Databases (SOTER), Attribute Database User Manuel. Working Paper & Preprint 94/04. ISRIC, Wageningen. p. 34.

Tempel, P. 1994. Global and National Soils and Terrain Digital Databases (SOTER), Database Structure. Working Paper & Preprint 94/05. ISRIC, Wageningen. 68 p.

Ce manuel décrit les procédures pour la préparation, à partir d'une base de données numériques à l'échelle globale et nationale, d'unités cartographiques digitalisées ainsi que des caractéristiques y afférant. Il y est expliqué comment délimiter des espaces à partir d'un ensemble spécifique de données édaphiques et de terrain, et de construire la base de données correspondante aux unités cartographiques. SOTER est une base de données des ressources en terres fournissant des informations spécifiques sur la physiographie, les composantes du terrain et du sol, avec des possibilités de données physiques complémentaires telles que l'utilisation des terres, la végétation naturelle et le climat. La fonction principale du concept SOTER est de permettre, à l'échelle nationale et globale, le stockage de données aisément accessibles et d'un format permettant une amélioration dans la cartographie thématique et le suivi des variations des ressources en terres intéressant les scientifiques, planificateurs, décideurs et stratèges.